Г. А. Горячева
Е. Р. Добромыслов



КОНДЕНСАТОРЫ

МАССОВАЯ
РАДИО
БИБЛИОТЕКА

Основана в 1947 году

Выпуск 1079

Г. А. ГОРЯЧЕВА, Е. Р. ДОБРОМЫСЛОВ

КОНДЕНСАТОРЫ
(СПРАВОЧНИК)



МОСКВА «РАДИО И СВЯЗЬ» 1984

ББК 32.844
Г70
УДК 621.396.662.1

Горячева Г. А., Добромыслов Е. Р.

Г70 Конденсаторы: Справочник. — М.: Радио и связь, 1984. — 88 с., ил. — (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1079).

50 к.

Рассматриваются основные параметры и характеристики различных классов конденсаторов, выпускаемых промышленностью. Приводится классификация конденсаторов, рассматриваются их конструктивные разновидности. Предлагаются рекомендации по выбору, применению и эксплуатации конденсаторов в радиоаппаратуре.

Для широкого круга радиолюбителей.

$Г\frac{2402020000-105}{046(01)-84}92-84$

ББК 32.844
6Ф2.13

РЕЦЕНЗЕНТ В. Д. ПОНОМАРЕНКО

Редакция литературы по электронной технике

Галина Анатольевна Горячева
Евгений Романович Добромыслов

КОНДЕНСАТОРЫ

Редактор Т. В. Жукова

Художественный редактор Р. А. Казаков

Технический редактор Л. А. Горшкова

Корректор И. Г. Зыкова

ИБ № 864

Сдано в набор 23.09.83 Подписано в печать 27.02.84
Т-06641 Формат 60×90/16 Бумага кн.-журн. Гарнитура литературная
Печать высокая Усл. печ. л. 5,5 Усл. кр.-отт. 6,0 Уч.-изд. л. 6,97 Тираж 80 000 экз.
Изд. № 19910 Зак. № 109 Цена 50 к.
Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Московская типография № 5 ВГО «Союзучетиздат»
101000 Москва, ул. Кирова, д. 40

ПРЕДИСЛОВИЕ

Электрические конденсаторы нашли широкое применение в аппаратуре различного функционального назначения. В настоящее время создана довольно широкая номенклатура конденсаторов и продолжают разрабатываться новые типы с более высокими электрическими и эксплуатационными характеристиками.

Для успешной творческой работы радиолюбителей необходима систематизированная информация об основных технических и эксплуатационных характеристиках электрических конденсаторов. Многообразие различных типов конденсаторов и отсутствие справочных материалов, достаточно полно характеризующих их эксплуатационные свойства, вызывает определенные трудности в творческой работе радиолюбителей.

Настоящий Справочник представляет собой достаточно полное издание, содержащее сведения о широкой номенклатуре конденсаторов. В Справочнике приводятся данные по всем классам радиоконденсаторов, выпускающихся отечественной промышленностью.

Представленные в Справочнике конденсаторы сгруппированы в 22 классификационные группы, объединяющие конденсаторы по виду диэлектрика на керамические, стеклянные, стеклокерамические, слюдяные, бумажные, полистирольные, фторопластовые, полиэтилентерефталатные, комбинированные, лакопленочные, поликарбонатные, полипропиленовые, оксидноэлектролитические алюминиевые, танталовые, ниобиевые, объемно-пористые, оксидно-полупроводниковые, подстроечные воздушные, подстроечные с твердым диэлектриком, сборки, варикон-ды и термоконденсаторы.

Справочник состоит из двух частей и приложения. Первая часть содержит общие сведения по конденсаторам — классификация, условное обозначение и маркировка, устройство, принцип действия и основные параметры конденсаторов — емкость, температурный коэффициент емкости, номинальное напряжение, сопротивление изоляции, тангенс угла диэлектрических потерь, реактивная мощность, абсорбция электрических зарядов и др. В ней приводятся данные по вопросам применения и эксплуатации конденсаторов, а также даны рекомендации по правильному выбору конденсаторов, которые в значительной степени определяют их надежную работу и работу устройства, в котором они используются.

Вторая часть справочника содержит справочные данные по конкретным типам конденсаторов, составленные на основе действующей нормативно-технической документации (технические условия и государственные стандарты).

В приложении приведены дополнительные данные и представлен указатель конденсаторов, помещенных в Справочнике.

Справочник может быть ценным пособием не только радиолюбителям, но и другим многочисленным читателям, работающим с различной радиоэлектронной аппаратурой, в том числе и студентам средних и высших специальных учебных заведений.

Авторы будут признательны за критические замечания и предложения, которые следует направлять по адресу: 101000, Москва, Почтамт, а/я 693, издательство «Радио и связь», Массовая радиобиблиотека.

Авторы

КЛАССИФИКАЦИЯ И УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ

Конденсаторы, применяемые в радиотехнической, измерительной и электронной аппаратуре, делятся на пять подклассов: постоянной емкости (К), подстроечные (КТ), переменной емкости (КП), нелинейные (КН), конденсаторные сборки (КС) (рис. 1). Конденсаторы переменной емкости ввиду специфики их применения наименее стандартизованы и в справочнике не рассматриваются.

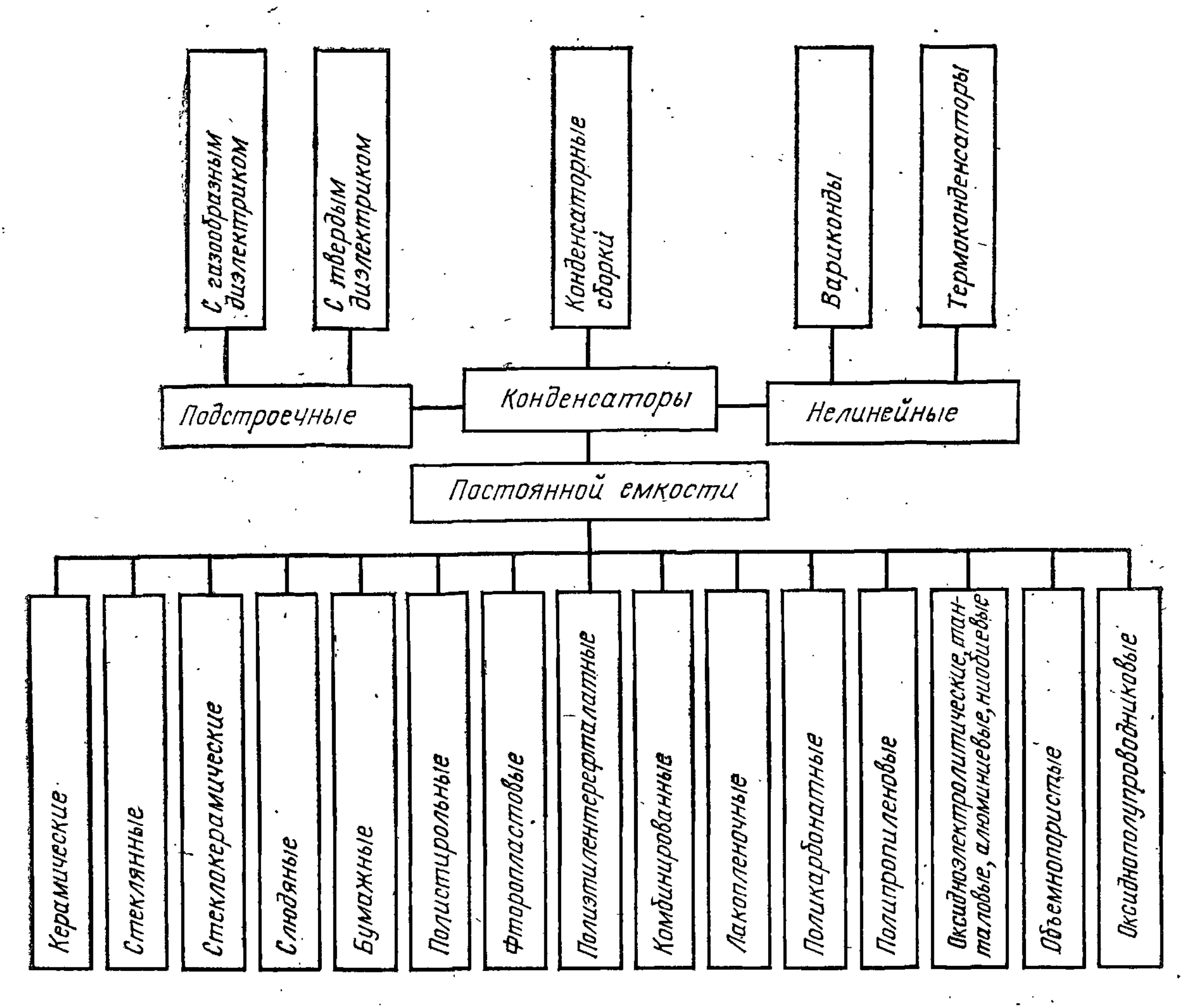


Рис. 1

Различают конденсаторы по рабочим напряжениям: низковольтные (до 1600 В) и высоковольтные (свыше 1600 В).

При заданном типе диэлектрика конденсаторы классифицируют по режиму работы, для которого они предназначены. Различают следующие основные режимы: при постоянном или выпрямленном напряжении; при переменном напряжении частоты 50 Гц; при звуковых частотах 100—10 000 Гц; при радиочас-

тотах 0,1—100 МГц; в импульсных режимах. При выборе конденсаторов для работы на переменном или импульсном напряжении необходимо учитывать потери энергии в нем. Различают конденсаторы с малыми и большими потерями.

По конструктивному оформлению конденсаторы делят на герметизированные и негерметизированные, постоянные и переменные, для навесного и печатного монтажа, для работы с микросхемами.

Условное обозначение конденсаторов (см. приложение 1) составляется из условного обозначения подкласса, условного обозначения группы конденсаторов по виду диэлектрика и порядкового номера разработки, который отделяется от остальных индексов чертой. Например, конденсатор керамический, на напряжения ниже 1600 В, седьмая разработка, обозначается К10-7.

По данной системе обозначений можно различать конденсаторы, разработанные после 1960 г. Ранее разработанные типы, которые не все еще вышли из употребления, имели буквенные обозначения: первая буква К указывает, что это конденсатор, вторая — тип диэлектрика (Б — бумажный, С — слюдяной, П — пленочный и т. д.), третья — особенности конструкции (например, буква Г обозначает герметизированные конденсаторы). Таким образом, обозначение КСГ относится к слюдяным герметизированным конденсаторам. Позднее для упрощения отказались применять первую букву К и обозначения выглядели, например, так: МБГТ — металлобумажный герметизированный теплостойкий или ФГТИ — фторопластовый герметизированный теплостойкий в изолированном корпусе.

ОБОЗНАЧЕНИЯ КОНДЕНСАТОРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Обычным обозначением конденсаторов в электрических схемах является знак, показанный на рис. 2,*а*. В станкостроении, в электрических схемах управления движением станков или других автоматизированных устройств таким знаком изображают контакты: в связи с этим для обозначения конденсатора в подобных схемах применяют знак, показанный на рис. 2,*б*. В полярных оксидных конденсаторах одна обкладка (анод) для нормальной работы конденсатора должна иметь полярность «плюс», а вторая (катод) — полярность «минус»; для таких конденсаторов применяется обозначение по рис. 2,*в*. Для неполярных оксидных конденсаторов, у которых катод заменен вторым анодом, применяется знак, показанный на рис. 2,*г*. Для проходных конденсаторов, у которых одна из обкладок включается в разрыв линии, несущей значительный ток, применяется знак по рис. 2,*д* (дуга обозначает корпус, внешний электрод).

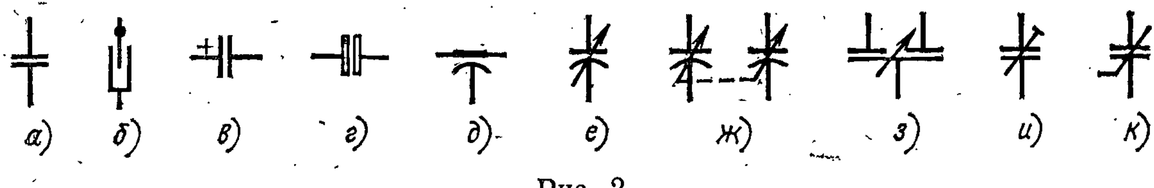


Рис. 2

Для конденсатора переменной емкости, конструкция которого позволяет плавно изменять его емкость, применяется знак, показанный на рис. 2,*е* (дуга обозначает ротор). Для блока конденсаторов переменной емкости (блок КПЕ), т. е. для группы конденсаторов, связанных общей системой управления, применяется знак на рис. 2,*ж* (конденсаторы, входящие в блок, могут быть раз-

несены по схеме). Для дифференциальных конденсаторов переменной емкости применяют знак на рис. 2,*з*. Для подстроечных (полупеременных) конденсаторов, емкость которых изменяется только в процессе настройки аппаратуры, после чего подвижная часть конденсатора фиксируется в выбранном положении, и далее конденсатор уже работает как конденсатор постоянной емкости, применяется знак, показанный на рис. 2,*и*.

Для варикондов, у которых емкость изменяется в зависимости от напряжения, предложено обозначение, показанное на рис. 2,*к*.

На принципиальной схеме рядом с условным графическим обозначением конденсатора помещают и его буквенное обозначение (латинская прописная буква *С*) с порядковым цифровым индексом (например, *C1*, *C2*, *C3* и т. д.), а также указывают емкость конденсатора).

На принципиальных схемах емкости от 1 до 10 000 пФ обозначают в пикофарадах, а 10 000 пФ и более — в микрофарадах без обозначения в обоих случаях единицы измерения (например, емкость конденсатора в 3300 пФ обозначается числом 3300, а емкость в 20 000 пФ — числом 0,02). Если емкость конденсатора равна целому числу микрофарад, то после значения ставятся запятая и иоль (например, емкость конденсатора в 10 мкФ обозначается числом 10,0).

Емкости, составляющие доли или число с долями пикофарады, обозначают в пикофарадах с указанием единицы измерения (например, 0,5 пФ или 7,5 пФ).

У конденсаторов переменной емкости, а также у подстроечных конденсаторов указывают либо минимальную и максимальную емкости (например, 15—520 или 6—25), либо только максимальную (например, 520 или 25).

У оксидных конденсаторов рядом с обозначением емкости часто указывается и рабочее напряжение конденсатора. Например, конденсатор 10 мкФ на рабочее напряжение 450 В обозначается 10,0×450 В.

УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОНДЕНСАТОРОВ

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Электрическими конденсаторами называются устройства, предназначенные для накопления электрических зарядов.

Конденсаторы обычно состоят не менее чем из двух близко расположенных проводников (обкладок), разделенных диэлектриком. В простейшем случае это плоский конденсатор, представляющий собой две металлические обкладки, разделенные диэлектриком (рис. 3,*а*) или плоский многопластинчатый конденсатор, собранный из *n* обкладок, соединенных через одну параллельно (рис. 3,*б*). Такая конструкция преимущественно используется в конденсаторах с неорганическим диэлектриком — керамических, стеклокерамических, стеклоэмалевых и слюдяных. Для керамических конденсаторов характерны также еще две конструкции — цилиндрическая и многосекционная литая (рис. 3,*в*, *г*).

Для конденсаторов с органическим диэлектриком базовой конструкцией является спиральный конденсатор (рис. 3,*д*), в котором секция изготовляется намоткой (на специальных станках) из лент диэлектрика и лент металлической фольги (или из металлизированных лент диэлектрика). Спиральная конструкция секций применяется также в конденсаторах с оксидным диэлектриком (в алюминиевых и танталовых). Диэлектриком в этих конденсаторах служит тонкая

оксидная пленка, нанесенная на одну из обкладок конденсатора (анод) электролитическим путем. Анод выполняется из фольги, проволоки или в виде таблетки, полученной спеканием металлического порошка (объемно-пористый анод). Другой обкладкой служит жидкий или полужидкий электролит, пропитывающий волокнистую прокладку в «жидкостных» конденсаторах, пастообразный электролит в «сухих» или полупроводник в оксиднополупроводниковых конденсаторах. Для жидкостных оксидноэлектролитических танталовых конденсаторов применяется также грибовидная конструкция (рис. 4).

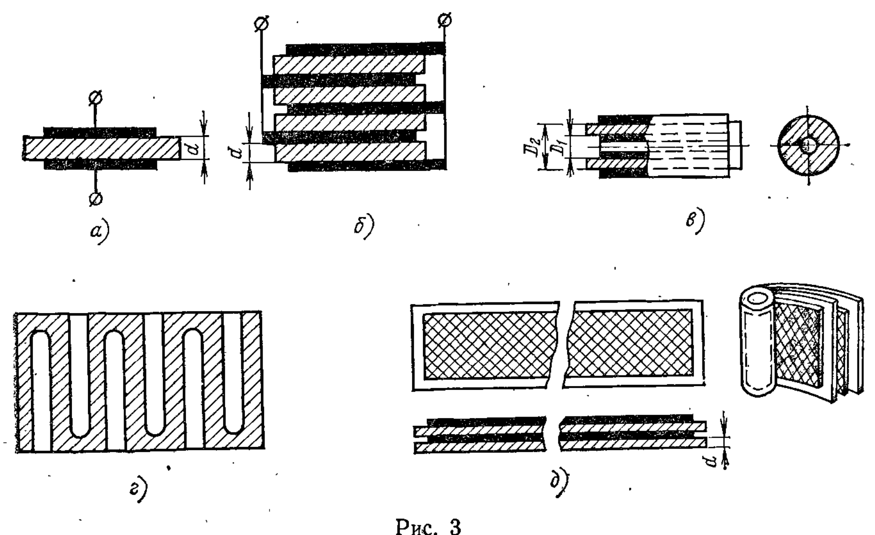


Рис. 3

Для подстроечных конденсаторов (конденсаторов полупеременной емкости) основными конструктивными разновидностями являются дисковая, пластинчатая и цилиндрическая. В качестве диэлектрика в них используется конденсаторная керамика или воздух (рис. 5, 6).

Наряду с основной функцией накопления электрических зарядов конденсаторы применяются для подавления индустриальных радиопомех. Такие конденсаторы подразделяются по принципу устройства на непроходные (защитные или опорные) (рис. 7,*а*) и проходные (рис. 7,*б*).

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Электрическая емкость C — способность конденсатора накапливать на обкладках электрические заряды под воздействием электрического поля:

$C = Q/U$,

где C — емкость, Ф; Q — электрический заряд, К; U — приложенное напряжение, В.

Фарада (Ф) слишком крупная единица емкости, поэтому обычно пользуются меньшей единицей — микрофарадой (мкФ): 1 мкФ $= 1\cdot10^{-6}$ Ф, или еще меньшей — пикофарадой (пФ) 1 пФ $= 1\cdot10^{-6}$ мкФ $= 1\cdot10^{-12}$ Ф. Иногда применяется

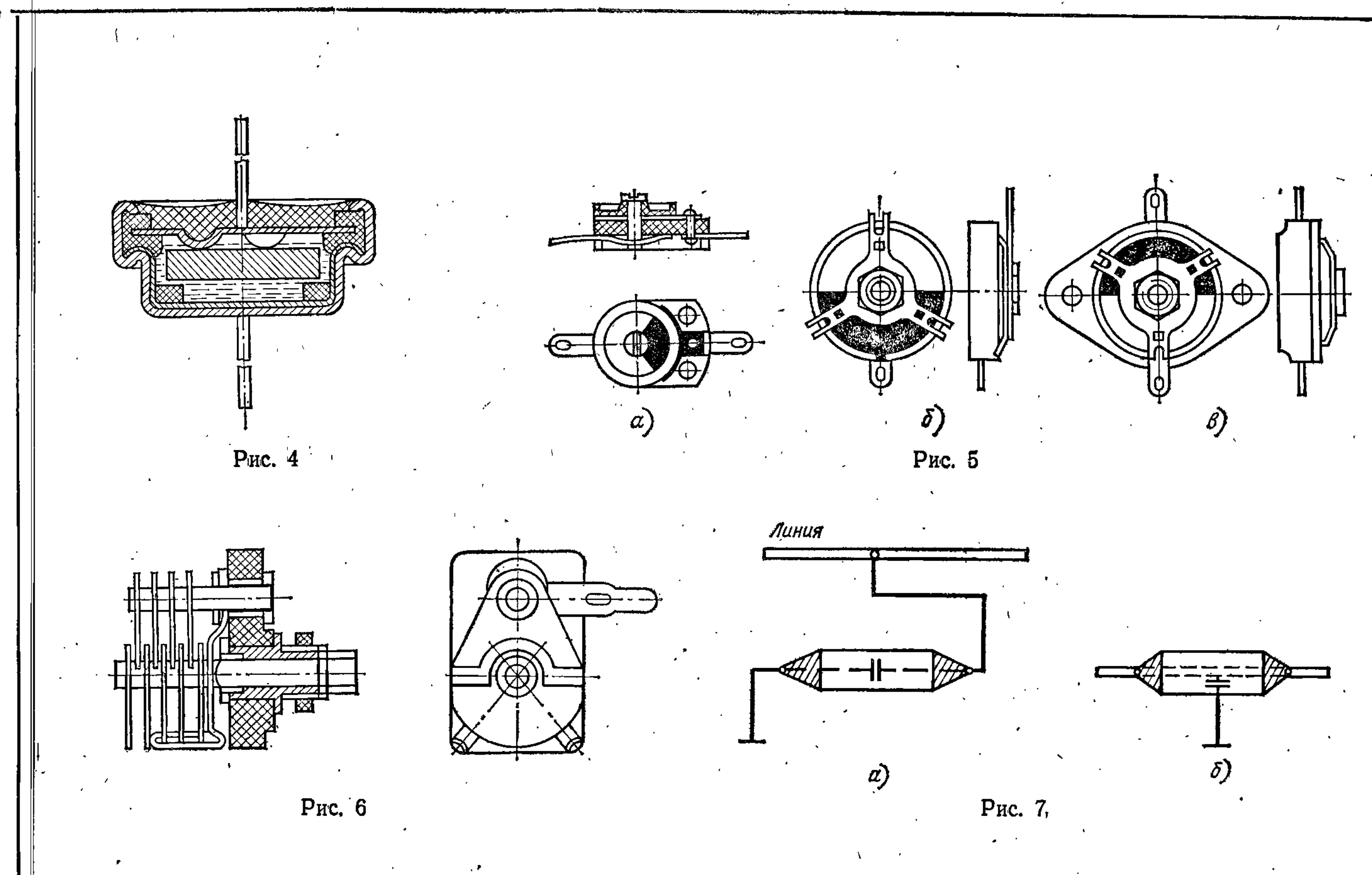


Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

Рис. 7

также промежуточная единица емкости, называемая нанофарадой (нФ): 1 нФ = 1000 пФ = 0,001 мкФ = $1\cdot 10^{-9}$ Ф.

Емкость конденсатора зависит от его геометрических размеров (от площади обкладок и расстояния между ними) и от рода диэлектрика, разделяющего обкладки (от значения диэлектрической проницаемости).

Для плоского конденсатора с двумя обкладками

$$C = 0{,}0884\varepsilon S/d,$$

где C — емкость, пФ; ε — диэлектрическая проницаемость диэлектрика; S — площадь обкладки, см^2; d — толщина диэлектрика (расстояние между обкладками), см.

Диэлектрическая проницаемость ε характеризует способность диэлектрика конденсатора поляризоваться в электрическом поле. Она равна отношению емкости конденсатора с данным диэлектриком к емкости аналогичного конденсатора, диэлектриком в котором является вакуум (для вакуума и воздуха $\varepsilon = 1$, для полистирольной и полипропиленовой пленки 2,2—2,6, для конденсаторной бумаги 2,5—3, для слюды 6—7, для окиси алюминия 9—10, для конденсаторной керамики 7—1500, для полиэтилентерефталатной пленки 4—4,5).

Таблица 1. **Ряды номинальных емкостей электрических конденсаторов**

Ряд	Пикофарады, микрофарады											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Е24 (допускаемое отклонение ±5%)	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
Е12 (допускаемое отклонение ±10%)	1,0		1,2		1,5		1,8		2,2		2,7	
Е6 (допускаемое отклонение ±20%)	1,0				1,5				2,2			

Ряд	Пикофарады, микрофарады											
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Е24 (допускаемое отклонение ±5%)	3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1
Е12 (допускаемое отклонение ±10%)	3,3		3,9		4,7		5,6		6,8		8,2	
Е6 (допускаемое отклонение ±20%)	3,3				4,7				6,8			

Примечания: 1. Номинальные емкости конденсаторов с допускаемыми отклонениями ±5, ±10, ±20% и более (за исключением конденсаторов, указанных в пп. 2 и 3 примечания) должны соответствовать числам, приведенным в табл. 1 и числам, полученным умножением этих чисел на 10^n, где n — целое положительное или отрицательное число. Номинальные емкости конденсаторов с допускаемыми отклонениями более ±20% должны выбираться из ряда Е6.

2. Номинальные емкости оксидных алюминиевых конденсаторов должны выбираться из ряда: 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30; 50; 100; 200; 300; 500; 1000; 2000; 5000.

3. Номинальные емкости (от 0,1 мкФ и выше) конденсаторов с бумажным и пленочным диэлектриком в прямоугольных корпусах должны выбираться из ряда: 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 20; 40; 60; 80; 100; 200; 400; 600; 800; 1000.

4. Номинальные минимальные емкости подстроечных керамических конденсаторов должны выбираться из ряда: 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0 пФ. Номинальные максимальные емкости должны соответствовать значению, полученному умножением номинальной минимальной емкости на один из множителей, выбираемых из следующего ряда: 2; 5; 10; 20.

Номинальная емкость $C_н$ — емкость, обозначенная на конденсаторе или указанная в сопроводительной документации. Она выбирается в соответствии с установленным рядом (табл. 1).

Для подстроечных конденсаторов устанавливаются номинальная минимальная $C_{н\,min}$ и номинальная максимальная емкости $C_{н\,max}$.

Номинальную емкость маркируют на конденсаторе полностью (может быть не обозначена единица «пФ») или же с использованием следующего кода (для миниатюрных конденсаторов):

1. Емкости до 100 пФ выражают в пикофарадах; для обозначения этой единицы измерения используют букву П;

2. Емкости от 100 до 9100 пФ выражают в долях нанофарады, а от 0,01 до 0,091 мкФ — в нанофарадах; для обозначения нанофарады применяют букву Н;

3. Емкости от 0,1 мкФ и выше выражают в микрофарадах; для обозначения этой единицы применяют букву М;

4. Если номинальная емкость выражается целым числом, то обозначение единицы измерения ставят после этого числа. Например, емкость 15 пФ обозначают 15П, а емкость 0,015 мкФ = 15 нФ обозначают 15Н;

5. Если номинальная емкость выражается десятичной дробью, меньшей единицы, то нуль целых и запятая из маркировки исключается, а буквенное обозначение единицы измерения располагается перед числом. Например, емкость 150 пФ = 0,15 нФ обозначают Н15, а емкость 0,15 мкФ обозначают числом М15;

6. Если номинальная емкость выражается целым числом с десятичной дробью, то целое число ставят впереди, а десятичную дробь после буквы, т. е. буква, обозначающая единицу измерения, заменяет запятую. Например, емкость 1,5 пФ обозначают 1П5; а емкость 1500 пФ = 1,5 нФ обозначают 1Н5.

Фактическая емкость конденсатора может отличаться от обозначенной на нем на значение не превышающее допускаемого отклонеиия, которое маркируется после обозначения номинальной емкости цифрами в процентах, пикофарадах или по коду согласно табл. 2. Конденсаторы широкого применения выпускают с номинальными емкостями и допусками, указанными в табл. 2.

Таблица 2. **Кодирование допускаемых отклонений от номинальных емкостей конденсатора**

Допускаемое отклонение, %	Код	Допускаемое отклонение, %	Код	Допускаемое отклонение, %	Код
+100— —10	Ю	+50— —20	Б	±5 ±2	И Л
+100— —0	Я	+50— —10	Э	±1 ±0,5	Р Д
+80— —20	А	±30 ±20 ±10	Ф В С	±0,2 ±0,1	У Ж

Примечание. На конденсаторах с $C_н \leqslant 10$ пФ допускаемое отклонение ±0,4 пФ кодируется буквой Х. Примеры кодированных обозначений номинальных емкостей: 1,8 мкФ с допускаемым отклоиением ±10% — 1М8С; 150 пФ с допускаемым отклонением ±2 — Н15Л.

Температурный коэффициент емкости (ТКЕ). Относительное изменение емкости. При изменении окружающей температуры изменяются размеры обкладок конденсатора, расстояние между ними, а также значение диэлектрической проницаемости вещества между обкладками. Поэтому изменяется и емкость конденсатора. Зависимость емкости от температуры, как правило, нелинейная, однако для некоторых типов конденсаторов (высокочастотных керамических, слюдяных, воздушных, полистирольных и др.) она приближается к линейной. Для оценки изменения емкости таких конденсаторов от температуры служит ТКЕ-параметр, характеризующий относительное изменение емкости конденсатора под влиянием изменения температуры на 1° С:

$$ТКЕ = (C_2 - C_1)/[C_1(t_2 - t_1)],$$

где C_1 — емкость конденсатора при температуре t_1 (обычно 25±10° С); C_2 — емкость при температуре t_2 (обычно при верхнем или нижнем пределе рабочей температуры конденсатора).

Температурный коэффициент емкости может быть положительным, отрицательным или близким к нулю. Его принято выражать в миллионных долях емкости конденсатора на градус (10^{-6}/° С) при нормальной температуре (25± ±10° С).

Для обозначения ТКЕ используются буквы, показывающие знак ТКЕ (М — минус, П — плюс, МП — близкое к нулю), и цифры, указывающие значение ТКЕ, а также цветная кодировка (конденсатор покрывают эмалью установленного цвета и поверх эмали наносят маркировочную точку, цвет которой соответствует определенному значению ТКЕ).

Для конденсаторов с явно выраженной нелинейной зависимостью емкости от температуры (например, сегнетокерамических), а также для конденсаторов, точные сведения об изменении емкости которых не представляют практического интереса (например, оксидных, бумажных), обычно приводят относительное изменение емкости в интервале рабочих температур.

Номинальное напряжение $U_н$ — максимально допустимое постоянное напряжение (или сумма постоянной составляющей и амплитуды переменной составляющей, или однополярного импульсного напряжения), при котором конденсатор может надежно работать в течение гарантируемого срока службы при максимально допускаемой рабочей температуре.

Для большинства типов конденсаторов указывается номинальное напряжение постоянного тока (см. приложение, табл. П2), которое устанавливается с необходимым запасом по отношению к длительной электрической прочности диэлектрика и при котором практически не наблюдается процесс старения конденсатора, т. е. ухудшение его электрических параметров. Переменное (действующее) напряжение на конденсаторе должно быть в 1,5—2 раза меньше установленного номинального напряжения постоянного тока.

Абсорбция электрических зарядов в конденсаторах. Если обкладки конденсатора, заряженного напряжением $U_{зар}$ в течение времени τ_1, на малое время τ_2 замкнуть накоротко, а затем разомкнуть, то напряжение на его обкладках сначала упадет до нуля, а после размыкания (через промежуток времени τ_3) может опять увеличиться до некоторого остаточного значения $U_{ост}$. Это явление, свойственное некоторым типам конденсаторов (с многослойным или неоднородным диэлектриком), называется абсорбцией электрических зарядов. Аб-

сорбция характеризуется коэффициентом абсорбции $K_а$ (см. приложение, табл. П3):

$$K_а = \frac{U_{ост}}{U_{зар}} \cdot 100\%.$$

Явление абсорбции необходимо учитывать при работе с высоковольтными конденсаторами, на которых после их кратковременного разряда может восстановиться опасное для жизни напряжение, а также при использовании конденсаторов в ряде устройств измерительной и счетнорешающей техники, где появление остаточного заряда на конденсаторах может искажать работу устройства.

Сопротивление изоляции. Постоянная времени. Ток утечки. После окончания процесса заряда конденсатора проходящий через него ток принимает некоторое конечное значение, называемое током утечки $I_{ут}$. Отношение приложенного к конденсатору напряжения постоянного тока U к току утечки $I_{ут}$ определяет сопротивление изоляции $R_{из}$:

$$R_{из} = U/I_{ут},$$

где $R_{из}$, МОм; U, В; $I_{ут}$, мкА.

Сопротивление изоляции высококачественных конденсаторов весьма велико, поэтому его выражают не в омах, а в больших единицах: мегомах, гигаомах или тераомах: 1 ТОм$=10^3$ ГОм$=10^6$ МОм$=10^{12}$ Ом.

Сопротивление изоляции измеряют между выводами конденсатора через 1 мин после подачи на него постоянного напряжения. Для конденсаторов емкостью до 0,1 мкФ $R_{из}$ выражают в абсолютных значениях, а у конденсаторов с большой емкостью принято указывать приведенное сопротивление изоляции, выражаемое в мегомах на микрофараду (МОм·мкФ) или в секундах и называемое постоянной времени конденсатора τ_C. Постоянная времени — основная характеристика качества конденсатора при использовании его в цепи постоянного тока. Сопротивления изоляции и постоянные времени различных групп конденсаторов даны в табл. П4 приложения.

Для оксидных конденсаторов основной характеристикой электрической изоляции является ток утечки (см. табл. П4 приложения), значение которого может быть от долей микроампера (оксидные танталовые) до нескольких миллиампер (оксидные алюминиевые). Для большинства оксидных конденсаторов максимально допускаемый ток утечки при температуре 20° С.

$$I_{ут} = kC_нU_н + m,$$

где $I_{ут}$ — ток утечки, мА; m и k — коэффициенты, зависящие от типа и емкости конденсатора; $C_н$ — номинальная емкость, мкФ; $U_н$ — номинальное напряжение, В.

Значения коэффициентов m и k для некоторых типов оксидных конденсаторов даны в табл. П5 приложения.

Тангенс угла потерь. В идеальном конденсаторе, включенном в цепь переменного тока, энергия не теряется и угол сдвига фаз φ между приложенным к нему напряжением и протекающим через цепь током равен 90°. В реальном конденсаторе часть энергии рассеивается в диэлектрике и на активном сопротивлении обкладок, вследствие чего угол сдвига фаз уменьшается.

Рассеивание энергии в конденсаторе принято выражать тангенсом угла потерь δ, являющимся разностью между углом 90° и углом сдвига фаз φ (т. е. $\delta=90°-\varphi$):

$$\operatorname{tg}\delta=1/(2\pi fCr),$$

где f — частота переменного тока, Гц; C — емкость конденсатора, Ф; r — эквивалентное сопротивление потерь конденсатора, Ом. Значения $\operatorname{tg}\delta$ для некоторых типов конденсаторов приведены в табл. П6 приложения.

Реактивная мощность и нагрев конденсаторов. Реактивная мощность конденсатора $P_р$ определяется по формуле

$$P_р=U^2_{действ}2\pi fC,$$

где $U_{действ}$ — действующее значение напряжения переменного тока, В; C — емкость конденсатора, Ф; f — частота синусоидального напряжения, Гц.

Зная значение $\operatorname{tg}\delta$ конденсатора, можно вычислить активную мощность $P_а$ (Вт), рассеиваемую в конденсаторе и вызывающую его нагрев

$$P_а=P_р\operatorname{tg}\delta=U^2_{действ}2\pi fC\operatorname{tg}\delta.$$

Чтобы конденсатор не нагревался выше допускаемой температуры, необходимо соблюдать тепловое равновесие, условием которого является

$$P_а=U^2_{действ}2\pi fC\operatorname{tg}\delta=\alpha_т S(T_к-T_о),$$

где $\alpha_т$ — коэффициент теплоотдачи с поверхности конденсатора, Вт/(см²·град); S — поверхность охлаждения конденсатора, см²; $T_о$ — температура окружающей среды, °С; $T_к$ — установившаяся температура поверхности конденсатора, °С.

Температура нагрева поверхности конденсатора в градусах

$$T_к=P_а/(\alpha_т S)+T_о.$$

Для ориентировочных расчетов можно принимать $\alpha_т=1\cdot10^{-3}$ Вт/(см²·град).

Для исключения недопустимого перегрева конденсатора с большими значениями $\operatorname{tg}\delta$ (большими потерями) наряду с установлением номинального напряжения постоянного тока, задают верхний предел диапазона частот и предельно допускаемые амплитуды напряжения переменной составляющей. Для конденсаторов с малыми потерями ($\operatorname{tg}\delta\leqslant20\cdot10^{-4}$) задаются значением предельной (номинальной) реактивной мощности $P_р$. Зная $P_р$, по формуле (1) определяют предельное действующее значение напряжения переменного тока частоты f,

$U_{действ}=\sqrt{\dfrac{P_р}{2\pi fC}}$ или его амплитудное значение $U_m=565\cdot10^3\sqrt{\dfrac{P_р}{fC}}$,

где $P_р$, В·Ар; C, пФ; f, Гц.

В области более высоких частот (примерно, выше 10^6 Гц) заметно увеличиваются потери в металлических частях конденсаторов. Во избежание перегрева конденсаторов в этом случае ограничивают ток, проходящий через конденсатор. Так, для слюдяных конденсаторов ток не должен превышать значения, определяемого по эмпирической формуле

$$I=K/\sqrt[4]{f},$$

где I — действующее значение тока, А; f — частота переменного тока, МГц. Коэффициент $K=2$ для конденсаторов КСО-1, КСО-2, КСО-5, $K=4$ для КСО-6, КСО-7, КСО-8, КСО-11, КСГ-1, КСГ-2; $K=8$ для КСО-10, КСО-12, КСО-13.

Для керамических высоковольтных конденсаторов К15У-1, К15У-2, К15У-3 предельное действующее значение тока рассчитывают по формуле

$$I=K/\sqrt{f},$$

где $K=3{,}4$ В для конденсаторов с ленточными выводами (B — ширина ленты в минимальной ее части, мм); $K=7d$ для конденсаторов с резьбовыми выводами (d — диаметр резьбы вывода, мм).

Зная ток I, можно определить допускаемую амплитуду переменного напряжения (в вольтах), соответствующую этому току

$$U^1{}_m \leqslant 2{,}25\cdot 10^5 I/(fC),$$

где C, пФ.

Индуктивность конденсаторов. Полное сопротивление. Резонансная частота. Применяя конденсаторы в различных устройствах на высоких частотах (10^5—10^6 Гц), необходимо учитывать, что конденсатор имеет некоторое активное сопротивление $R_а$ и некоторую собственную индуктивность L. Представляя конденсатор в виде последовательно соединенных емкости C, индуктивности L и активного сопротивления $R_а$, можно определить полное сопротивление конденсатора Z:

$$Z=\sqrt{R^2{}_а+(x_C-x_L)^2}=\sqrt{R^2{}_а+\left(\frac{1}{\omega C}-\omega L\right)^2},$$

где Z и $R_а$, Ом; L, Гн; C, Ф.

При увеличении частоты x_C снижается, а x_L повышается. Минимальное полное сопротивление соответствует активному сопротивлению конденсатора; соответствующая минимуму частота является резонансной

$$f_{рез}=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

При частотах выше резонансной сопротивление конденсатора носит не емкостной, а индуктивный характер, вследствие чего эффективное использование конденсатора может быть только на частотах ниже резонансной. Собственная индуктивность конденсаторов обычно очень мала и ее выражают в микрогенри, наногенри или в сантиметрах: 1 мкГн = 1000 см; 1 см = 0,001 мкГн = 1×10^{-9} Гн = 1 нГн.

В табл. П7 приложения приведены ориентировочные индуктивности и резонансные частоты для некоторых типов конденсаторов.

Специфические характеристики подстроечных конденсаторов. Емкость подстроечного конденсатора любой конструкции характеризуется номинальной минимальной $C_{н\,min}$, номинальной максимальной $C_{н\,max}$ и переменной $C_{перем}$ емкостями, при этом $C_{н\,max}=C_{н\,min}+C_{перем}$.

Отношение номинальной максимальной емкости к номинальной минимальной называется коэффициентом перекрытия по емкости $K=C_{н\,max}/C_{н\,min}$. Обычно значение этого коэффициента — 3—5, однако для воздушных и других конденсаторов больших емкостей оно может достигать 15—17 и более.

Специфическая характеристика подстроечного конденсатора — момент вращения его подвижной части. Момент вращения M характеризуется усилием, которое необходимо приложить к подвижной части конденсатора, чтобы плавно изменить емкость конденсатора от минимального до максимального значения, и

наоборот, и плечом к которому приложено это усилие. Он выражается в миллиньютонометрах (мНм). Момент вращения — величина непостоянная и ее принято характеризовать коэффициентом плавности

$K_{пл} = M_{max}/M_{min}$,

где M_{max} — максимальное значение момента вращения с учетом момента трогания с места; M_{min} — минимальное значение момента вращения.

ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПАРАМЕТРЫ КОНДЕНСАТОРОВ

При выборе конденсаторов необходимо учитывать все условия, в которых они будут работать, и прежде всего такие факторы, как электрический режим, температура и влажность окружающей среды. Для повышения надежности и долговечности необходимо во всех возможных случаях применять конденсаторы в облегченных электрических режимах по сравнению с номинальными.

Влияние температуры. Температура на поверхности конденсатора $t_к$ в процессе эксплуатации определяется соотношением: $t_к = t_0 + \Delta t$, где t_0 — температура окружающей среды; Δt — температура перегрева. Под температурой t_0 понимается температура воздуха в точке, удаленной на расстояние 15—20 мм от конденсатора, если другие тепловыделяющие детали расположены на расстоянии не ближе 30 мм. При плотном монтаже за t_0 принимается температура воздуха между двумя соседними деталями. Для конденсаторов, монтируемых на шасси с помощью гаек, винтов или хомутов, за t_0 принимают температуру шасси в месте крепления, если конденсатор не выделяет тепла.

Значение Δt зависит от электрической мощности, рассеиваемой конденсатором $P_{рас}$ и от конструкции конденсатора

$\Delta t = P_{рас}/\alpha_т S$,

где $\alpha_т$ — коэффициент теплоотдачи с поверхности корпуса конденсатора, Вт/(м²·град); S — площадь поверхности охлаждения конденсатора, м².

Каждый конденсатор обладает предельно допускаемой для данного типа температурой $t_к$. Превышение этой температуры может привести к резкому и даже необратимому изменению его параметров.

Температуру перегрева конденсаторов уменьшают путем снижения электрических нагрузок, а также улучшением отвода тепла от их поверхности. Для этого обычно применяют заливку конденсаторов компаундами с высокой теплопроводностью, рациональный монтаж, например установку трубчатых конденсаторов в вертикальном положении и другие способы, вплоть до принудительного охлаждения.

Тепловыделение практически отсутствует у конденсаторов с диэлектриком из фторопласта-4 и полистирола, а также у всех конденсаторов, работающих при напряжениях ниже 25% номинального при атмосферном давлении не ниже нормального.

Влияние влажности воздуха. Повышенная влажность окружающего воздуха отрицательно действует на конденсаторы. На электрические характеристики конденсаторов влияет пленка воды, образующаяся на поверхности конденсатора (процесс адсорбции), а также влага, проникающая внутрь диэлектрика (процесс сорбции).

На герметичные конденсаторы оказывает воздействие только адсорбционная влага, на негерметичные, кроме того, процесс сорбции. При увеличении относительной влажности возрастает значение $\operatorname{tg}\delta$, а сопротивление изоляции снижается. После прекращения воздействия влажности сопротивление изоляции герметизированных конденсаторов восстанавливается до исходных значений, практически через 1—2 мин, негерметизированных — за 10—15 мин.

Поверхностная пленка воды снижает сопротивление изоляции; у конденсаторов емкостью до 0,05 мкФ возрастает тангенс угла потерь, у конденсаторов емкостью менее 100 пФ несколько увеличивается емкость. Поверхностная пленка практически не оказывает влияния на тангенс угла потерь конденсаторов емкостью выше 0,05 мкФ, на емкость конденсаторов с номинальным значением более 1000 пФ и на электрические характеристики электролитических конденсаторов.

Средством собственной защиты конденсаторов от влаги служат: вакуумплотная герметизация конденсаторов в металлическом и керамическом корпусах; влагозащита в металлическом или пластмассовом корпусе посредством уплотнения торцов корпуса эпоксидным компаундом или резиновыми прокладками; опрессовка конденсаторов пластмассой; окукливание эпоксидным компаундом, изготовление конденсаторов из влагостойких диэлектриков (полистирол, фторопласт и др.); покрытие конденсаторов компаундом, эмалью, глазурью; лужение или серебрение выводов конденсаторов для защиты от коррозии.

К дополнительной защите относят герметизацию блоков, где работают конденсаторы, заливку конденсаторов в блоках влагозащитными компаундами.

Воздействие малых рабочих напряжений. Самовосстановление. У конденсаторов с вкладными контактами при малых напряжениях (ниже 10 В) возникает постоянный или временный «обрыв» или резкое возрастание тангенса угла потерь из-за окисления поверхности вкладного контакта. К таким конденсаторам относят: бумажные БМ-1, БМТ-1, К40П-2, КБГ-И, КБГ-МП, КБГ-МН, КБГ-М и их модификации, пленочные ПКГТ, ПМ-1, ПСО, ПМГП, ФТ, комбинированные К75-12 в плоских корпусах. Эти конденсаторы не рекомендуется применять при напряжениях ниже 10 В.

Конструкция конденсаторов с оксидным диэлектриком не предполагает ограничение по малому напряжению, но при этом необходимо учитывать существование на разомкнутых выводах этих конденсаторов (кроме оксиднополупроводниковых К53) э. д. с. около 1 В. Это нужно иметь в виду при отработке и налаживании радиоэлектронных устройств.

Некоторые однослойные металлобумажные и металлопленочные конденсаторы при напряжении ниже 10 В имеют нестабильное сопротивление изоляции вследствие недостаточности энергии для оплавления металлизированного (толщиной менее 0,1 мкм) слоя по слабому месту диэлектрика для самовосстановления конденсатора. При этом сопротивление изоляции может существенно снижаться. К числу таких конденсаторов относятся МБМ, МБГИ, К42-4, МБГО, К42-11, К42У-2, КМБП, ПМГЦ, ПМГП. Аналогичной особенностью обладают некоторые металлизированные слюдяные конденсаторы — КСО, КСОТ. Самовосстановление характерно только для металлизированных конденсаторов. Оно состоит в том, что при кратковременном коротком замыкании в дефектном месте диэлектрика оплавляется и испаряется металл электрода конденсатора, в результате чего очаг замыкания изолируется от электродов конденсатора и электрическая прочность восстанавливается.

Процесс самовосстановления сопровождается кратковременными (10^{-4}—-10^{-5} с) изменениями тока в цепи конденсатора, что может оказаться недопустимым в отдельных узлах схемы.

Длительное хранение конденсаторов. Большинство конденсаторов при длительном хранении остаются работоспособными в течение многих лет. Основные характеристики их изменяются несущественно и не оказывают заметного влияния на работоспособность.

Однако при длительном хранении электролитических конденсаторов могут существенно измениться их основные параметры. Например, при хранении на протяжении 7—10 лет емкость может уменьшиться до 30%, увеличиться тангенс угла потерь до 25%. Ток утечки при этом может возрасти в 5—6 раз. Причем у алюминиевых электролитических конденсаторов процессы изменения основных параметров протекают более интенсивно, чем у танталовых. В процессе хранения или длительного пребывания электролитических конденсаторов в нерабочем состоянии оксидный слой подвергается разрушению, происходит расформовка анода конденсатора. Для восстановления оксидного слоя необходимо периодически тренировать конденсаторы путем подачи на них номинального напряжения. Особенность тренировки состоит в том, что она производится напряжением переменной полярности, т. е. после тренировки конденсатора при одной полярности до уменьшения тока утечки до исходных значений, тренировка продолжается при другой полярности тоже до уменьшения тока утечки до нормы.

ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ

При выборе конденсаторов целесообразно предварительно проанализировать их работу в каждом узле радиоэлектронного устройства и определить, каким требованиям должны удовлетворять конденсаторы. Для каждого конденсатора нужно определить: интервал температур окружающей среды; относительную влажность окружающей среды при рабочем и нерабочем состоянии; рабочие электрические нагрузки (постоянные, переменные, минимальные и максимальные их значения, рабочие частоты). Следует знать также срок службы конденсаторов, т. е. их наработку в составе аппаратуры.

После анализа можно выбрать параметры конденсаторов: емкость (для подстроечных конденсаторов максимальную и минимальную); допустимое отклонение емкости от номинальной; изменение емкости с температурой (в виде ТКЕ или как изменение емкости по отношению к ее значению при нормальной температуре); номинальное напряжение (оно зависит от рабочего напряжения конденсатора в устройстве); минимальное сопротивление изоляции (постоянную времени) или максимальный ток утечки. Иногда учитывают реактивную мощность и коэффициент абсорбции.

Особое внимание нужно уделять конструкции конденсатора, которую выбирают в зависимости от монтажных особенностей устройства. Конкретные типы и номиналы конденсаторов выбирают из приведенных таблиц (с учетом приложений) на основании результатов проведенного анализа.

При выборе конденсаторов необходимо учитывать конструктивно-монтажные признаки аппаратуры, для которой они предназначены. Для блоков с навесным монтажом, как правило, выбирают конденсаторы с креплением к корпусу винтами, заклепками, гайками. Малогабаритные конденсаторы для навесного мон-

тажа крепят за выводы и при этом выбирают конденсаторы варианта «а» — с разнонаправленными выводами.

Для устройств с печатным монтажом используют конденсаторы варианта «б» с однонаправленными выводами. Подстроечные конденсаторы для такого монтажа имеют жесткие выводы круглого или плоского сечения. Выводы пропускают в монтажные отверстия печатной платы и запаивают в ней. Таким образом, конденсатор закрепляется на плате и одновременно монтируется в устройство (рис. 8,*а*, *б*). Можно использовать также некоторые малогабаритные конденсаторы с разнонаправленными выводами (вариант «а»). Конденсатор в этом случае лучше устанавливать вертикально (рис. 8,*в*). При этом эффективнее используется как площадь платы, так и объем блока. Устанавливая вертикально электролитические конденсаторы К52-1, К53-1, К53-1А, К53-4, К53-14 и др., следует их располагать отрицательными выводами вниз к плате.

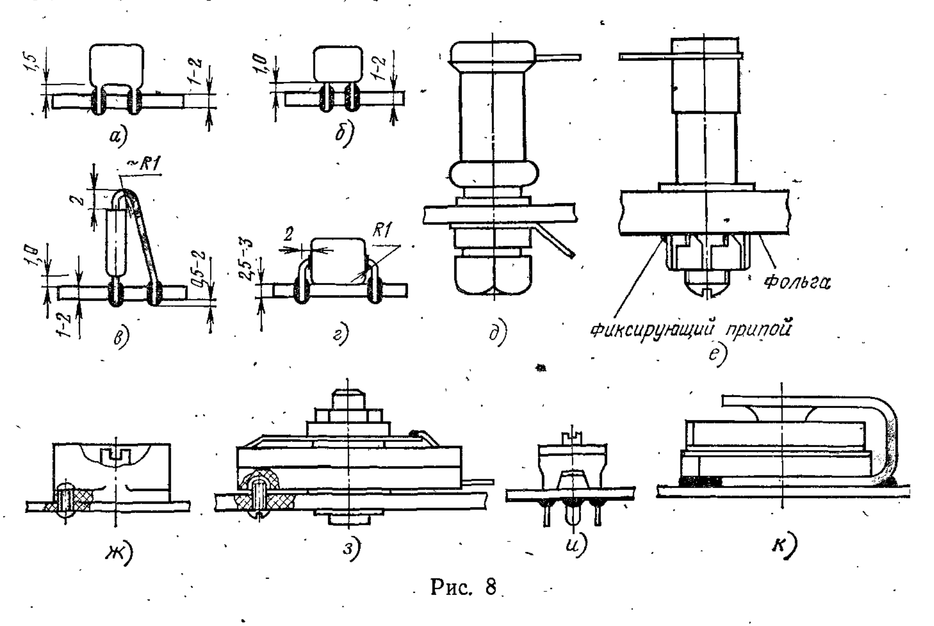


Рис. 8

Для конденсаторов К53-1, К53-1А, К53-4, К53-14 расстояние от места изгиба положительного вывода отсчитывается от трубочки изолятора, для конденсаторов К52-1 — от узла сварки.

Если конденсаторы устанавливают на плату без зазора (рис. 8,*г*), плата должна быть достаточно прочной на изгиб и иметь толщину не менее 2,5—3 мм.

В устройствах с микросхемами применяют безвыводные конденсаторы (вариант «*в*»), которые вместо выводов на корпусе имеют контактные площадки. Такие конденсаторы монтируют в устройство и закрепляют путем припайки за эти площадки.

Безвыводные конденсаторы имеют незащищенную конструкцию и поэтому требуют дополнительной защиты от среды с повышенной влажностью.

Особенность подстроечных конденсаторов состоит в необходимости подбора конструкции в зависимости от функциональных свойств устройств, в которых предполагается их применить. При использовании подстроечного конден-

сатора в устройствах, где требуется повышенная плавность изменения емкости, целесообразно выбрать многооборотный конденсатор. Когда требуется скомпенсировать положительный температурный коэффициент индуктивности катушки в настроенном контуре, используют керамические подстроечные конденсаторы с подобранным отрицательным ТКЕ. В СВЧ цепях, где требуется высокая добротность подстроечных конденсаторов, целесообразно использовать концентрические воздушные подстроечники. В мостах применяют дифференциальные конденсаторы. При необходимости точной настройки симметрично настраиваемых контуров используют подстроечные конденсаторы системы «бабочка».

Подстроечные конденсаторы крепят в аппаратуре исходя из разделения их на три конструктивные группы — цилиндрические, пластинчатые и дисковые.

Цилиндрические конденсаторы крепят к монтажным платам гайками (рис. 8, *д*, *е*). При монтаже на изоляционных платах для обеспечения пайки вывода корпуса под гайку подкладывается монтажный лепесток толщиной 0,3 мм (рис. 8,*д*). При установке конденсатора на фольгированную плату гайку следует помещать со стороны фольгированной поверхности. В этом случае монтажный лепесток не нужен. Некоторые конструкции цилиндрических конденсаторов (КТ4-1) имеют контргайку на стержне, которая, удерживая конденсатор на монтажной плате, может регулировать момент вращения стержня. Гайку закручивают с фольгированной стороны платы и после настройки фиксируют на фольге в одной или нескольких точках с помощью пайки (рис. 8,*е*). Стержень в резьбе фиксируется нитрокраской (нитроклей АК-20 90%, нитроэмаль НЦ-25 5%, окись цинка 5%); нитроклей обеспечивает прочность краски, нитроэмаль смягчает действие клея, облегчает расфиксирование стержня при повторной перестройке, а также окрашивает краску в требуемый цвет; окись цинка служит наполнителем. Все это необходимо учитывать при возможном изменении состава краски.

Для фиксации малогабаритных воздушных подстроечных конденсаторов, не имеющих цангового зажима, используют эпоксидную краску следующего состава: эпоксидная смола ЭД-5 60%, полиэтилен полиамин (отвердитель 6%, дибутилфталат 6%, тальк молотый 12%, ацетон или спирт 14% краситель органический 2%).

Дисковые керамические подстроечные конденсаторы с корпусом из поликарбоната (КТ4-21, КТ4-25), как правило, приклеивают к панелям. При монтаже таких конденсаторов, имеющих фланец с отверстиями, рекомендуется использовать заклепки из пластмассы, например из полиэтилена (рис. 8,*ж*). Конденсаторы с массивным керамическим корпусом (КПК) крепят винтами через отверстия, имеющиеся в корпусе конденсатора. При этом поверхность, на которую устанавливают конденсаторы, не должна иметь искривления более 0,1 мм в пределах площади, занимаемой конденсатором. Под головки крепежных винтов должны быть подложены шайбы из гетинакса или аналогичного ему материала. Между конденсаторами и монтажной поверхностью рекомендуется прокладывать шайбу также из гетинакса или аналогичного ему материала (рис. 8,*з*). Малогабаритные конденсаторы КПК-МП, МН закрепляют путем изгиба лепестков выводов в отверстиях платы и дополнительно приклеивают корпус к плате. Кроме того, выводы припаивают к фольгированной поверхности платы (рис. 8,*и*).

Конденсаторы КТ4-27 и КТ4-28, имеющие безвыводную конструкцию и предназначенные для работы в аппаратуре на микросхемах, закрепляют припаиванием за контактные площадки (рис. 8,*к*).

При монтаже подстроечных конденсаторов следует обеспечить оптимальные

условия подстройки элементов схемы. Так, если один из электродов конденсатора в соответствии со схемой заземляется, то целесообразно заземлять подвижную часть конденсатора, так как при этом исключается влияние отвертки, которой производится подстройка, и конденсатор можно подстраивать в процессе работы устройства. Однако следует учитывать, что при этом увеличивается начальная емкость конденсатора. При подключении подстроечного конденсатора в цепь индуктивность или постоянная емкость, включенная параллельно конденсатору, должны быть подобраны так, чтобы нужный эффект достигался при среднем положении подвижной части конденсатора. Это обеспечивает одинаковые возможности при регулировках в обе стороны от среднего положения подвижиой части. Несоблюдение этого правила может привести к ошибкам, когда при настройке (например, колебательного контура) будет получен ложный резонаис, соответствующий максимальной или минимальной емкости подстроечного конденсатора.

Для предохранения любого конденсатора от повреждения иужно избегать перегрева его при пайке. При этом учитывают мощность паяльника, время пайки и расстояние места пайки от корпуса конденсатора. При пайке коиденсаторов, корпуса которых изготовлены из термостойкого материала, например керамики (КМ, КТ, КПК), берут паяльник мощностью 50—60 Вт. Если корпус конденсатора сделан из легкоплавкого материала (например, у ПМ, КТ4-20), мощность паяльника не должна превышать 12—25 Вт, время пайки 5 с, а расстояние места пайки от корпуса конденсатора не должно быть менее 2—3 мм.

Пайку проводят со спирто-канифольным или канифольным флюсом без применения кислоты. Площадь поперечного сечения монтажного проводника должна быть не более площади сечения вывода конденсатора.

Надежность керамических конденсаторов безвыводного типа в значительной степени определяется методом их монтажа. В процессе пайки частично растворяется в припое серебро на контактных площадках конденсатора, это может привести к разрушению контактных узлов и к отказу конденсатора в процессе эксплуатации. Кроме того, поскольку керамика нетермостойка, при пайке следует избегать резких термоударов. Время пайки керамических конденсаторов не должно превышать 3 с.

Монтаж керамических конденсаторов в устройство может осуществляться двумя методами: с помощью проволочных выводов (рис. 9,*а*) и непосредственной припайкой к контактным площадкам платы (рис. 9,*б*). При монтаже с помощью проволочных выводов корпус конденсатора крепят к плате путем приклейки или заливки (диаметр выводов должен быть не более 100 мк).

При пайке следует применять паяльник мощностью не более 12—25 Вт. При пайке непосредственно к плате коэффициенты линейного расширения конденсатора и платы должны быть согласованы. Плата должна быть жесткой и не должна коробиться в процессе сборки устройства и эксплуатации. Расстоя-

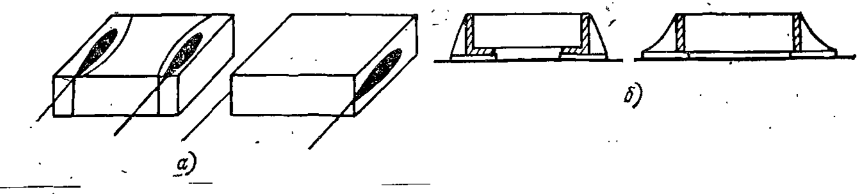


Рис. 9

ние между контактными площадками на плате должно быть несколько меньше, чем расстояние между контактными площадками конденсатора. При установке конденсатора на плату не следует допускать перекосы и повторно облуживать уже луженые конденсаторы перед пайкой.

Для пайки рекомендуется применять следующие припои: ПОСК-50-18 ГОСТ 1499—70 (температура плавления около 140°, температура пайки не должна превышать 220° С); ПСрОС-3-58 ЦМТУ 07-24-68 или другие оловяносвинцовые припои с содержанием серебра не менее 2% (температура плавления около 180—200° С, температура пайки не должна превышать 200° С).

КОНДЕНСАТОРЫ С НЕОРГАНИЧЕСКИМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

КЕРАМИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К10, К15)

Керамические конденсаторы (рис. 10) — низковольтные К10 и высоковольтные К15 — подразделяют на неизолированные и изолированные.

Неизолированные конденсаторы покрыты лаками или эмалями, т. е. являются защищенными конструкциями. Однако эта защита недостаточна. Такие конденсаторы не допускают касания корпусом шасси или токоведущих частей аппаратуры. Изолированные конденсаторы имеют более надежное защитное покрытие — это специальный корпус с вакуумной герметизацией, например трубчатый конденсатор внутри герметизирующей трубки (КГК) или конденсатор, капсулированный с помощью эпоксидных компаундов (К10-25). Изолированные конденсаторы допускают касание корпусом шасси.

Конструкция керамических конденсаторов имеет четыре основных разновидности: трубчатые (КТ, КГК, К10-25, КТНБ), дисковые (КД, КДУ, КВДС, К15-5), секционные (КЛС, КЛГ) и монолитные (КМ, К10-17).

Керамические конденсаторы в соответствии с их свойствами и назначением разделяются на высокочастотные (тип I) и низкочастотные (тип II). Конденсаторы К10 и К15 типа I обладают высокой стабильностью параметров в процессе эксплуатации и при хранении.

По степени температурной стабильности емкости эти конденсаторы разделяют на три подгруппы, определяющие их назначение. Подгруппа высокой стабильности включает следующие группы по ТКЕ: П100, П33, МПО, М33, М47, М75. Подгруппа контурных термокомпенсирующих конденсаторов: М150, М220, М330, М470, М750. Температурный коэффициент емкости имеет относительно малое значение ТКЕ и отрицательный знак. Подгруппа конденсаторов, имеющих ТКЕ М1500, М2200, обладает повышенной емкостью, которая довольно значительно зависит от температуры.

Конденсаторы К10 и К15 типа II по сравнению с конденсаторами типа I имеют существенно большие номинальные емкости, однако обладают большими потерями и меньшими сопротивлениями изоляции. Для конденсаторов типа II характерна нелинейная зависимость емкости от температуры, т. е. конденсаторы обладают существенной температурной нестабильностью емкости. Например, у конденсаторов групп по ТКЕ от Н20 до Н90 допускаемые изменения емкости в интервале рабочих температур составляют от ±20 до ±90%.

В табл. 3 приведены некоторые основные характеристики керамических конденсаторов К10 и К15. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложений.

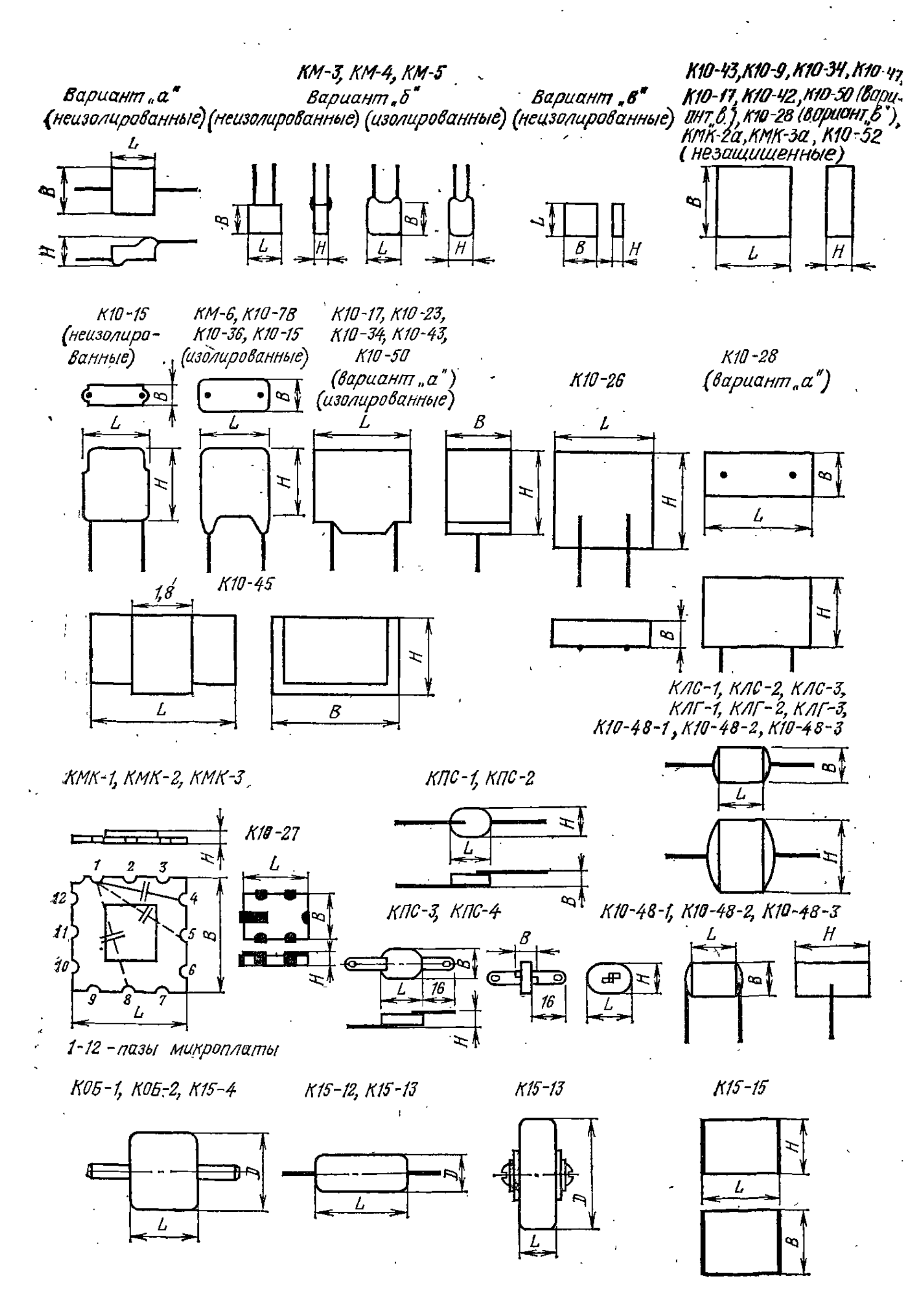

КМ-3, КМ-4, КМ-5
Вариант „а"
(неизолированные)
Вариант „б"
(неизолированные) (изолированные)
Вариант „в"
(неизолированные)
К10-43, К10-9, К10-34, К10-47, К10-17, К10-42, К10-50 (вариант „в"), К10-28 (вариант „в"), КМК-2а, КМК-3а, К10-52 (незащищенные)
К10-15 (неизолированные)
КМ-6, К10-7В К10-36, К10-15 (изолированные)
К10-17, К10-23, К10-34, К10-43, К10-50 (вариант „а") (изолированные)
К10-26
К10-28 (вариант „а")
К10-45
1,8
КЛС-1, КЛС-2, КЛС-3, КЛГ-1, КЛГ-2, КЛГ-3, К10-48-1, К10-48-2, К10-48-3
КМК-1, КМК-2, КМК-3
К10-27
КПС-1, КПС-2
КПС-3, КПС-4
К10-48-1, К10-48-2, К10-48-3
1-12 - пазы микроплаты
К0Б-1, К0Б-2, К15-4
К15-12, К15-13
К15-13
К15-15

Рис. 10

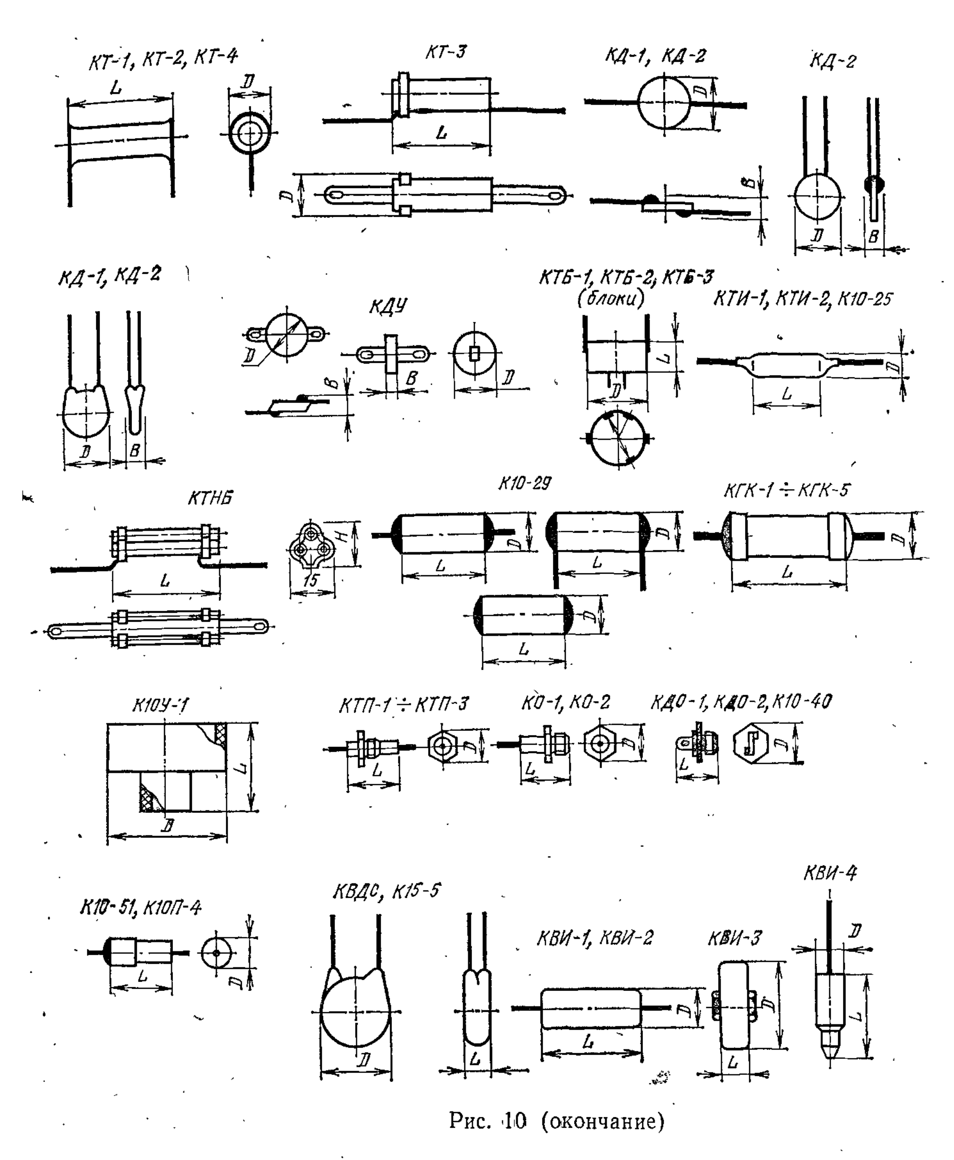


Рис. 10 (окончание)

СТЕКЛЯННЫЕ И СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К21, К22)

Конденсаторы с диэлектриком на основе стекла (рис. 11) — стеклянные (К21) и стеклокерамические (К22) на основе керамики и стекла — по конструкции являются монолитными. Аналогично керамическим выпускают конденсаторы с эмалированным и компаундированным покрытием или без покрытия в незащищенном варианте.

По расположению выводов конденсаторы бывают с разнонаправленными, однонаправленными выводами и без выводов.

Таблица 3

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм D(H)	L	B	Допустимая реактивная мощность, В·Ар
КВДС	Н50	1,0·10³; 2,2·10³; 4,7·10³; 1,0·10⁴	+50 — —20%	1500	11,5—26,5	7	—	—
КВИ-1		2,2—22 1,5—22	±10%, но не точнее ±0,4 пФ E12, E6	10000 20000	5—16	16, 25	—	—
КВИ-2	—	100	±20%	8000, 10000 16000, 20000	8—14	16, 20, 25	—	—
		22, 33, 47, 68		10000, 20000	6,3—12,5	16, 25	—	—
		150		16000	14	20	—	—
		20		30000	10	43	—	—
		22		15000	4,8	8	—	—
КВИ-3		220, 330, 470		16000	20—25	21	—	—
		470, 1,0·10³		12000	12,5; 19	12, 19	—	—
КВИ-4		22		5000, 15000	6, 7, 8	23, 35,2	—	—
КГК-1—КГК-5	*П120*	*5,1*—100	±2, ±5, ±10, ±20%, но не точнее ±0,4 пФ E24	500	8	16—55	—	25—125
	П33	5,1—120		500	8	16—55	—	25—125
	М47	5,1—240		500	8	16—55	—	25—125
	М700	5,1—1000		500	8	16—55	—	25—125
КД-1	П100	1,0; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—7,5	±5, ±10, ±20%, но не точнее ±0,4 пФ E24	160, 250	4,5—6,5	—	3	20—40
	П33	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—10		160, 250	4,5—6,5	—	3	20—40
	М47	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,1—15		160, 250	4,5—6,5	—	3	20—40
	М75	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—39		160, 250	4,5—6,5	—	3	20—40
	М700	10—56	±5, ±10, ±20%, но не точнее ±0,4 пФ E24	160, 250	4,5—6,5	—	3	20—40
	М1300	18—130		160, 250	4,5—6,5	—	3	20—40
	Н30	330—680	+50 ÷ —20% E6	160	4,5—6,5	—	3	

	Н70	680—2,2·10³	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20% Е6	160	4,5—6,5	—	3	
КД-2	П100	1,0; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,1; 5,6—12	±2, ±5, ±10, ±20%, но не точнее ±0,4 пФ	500	6—18	—	5; 6	20—100
	П33	1,0; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—30	Е24	500	6—18	—	5; 6	20—100
	МПО, М33	1,0—3,9; 4,7—8,2; 9,1—15; 16—24; 27—39		500	6—18	—	5; 6	20—100
	М47	1,0; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—43		500	6—18	—	5; 6	20—100
	М75	1,0; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—68		500	6—18	—	5; 6	20—100
	М150	3,3—10; 11—16; 18—30; 33—47; 51—82		500	6—18	—	5; 6	20—100
	М220	3,3—12; 13—20; 22—33; 36—65; 62—100		500	6—18	—	5; 6	20—100
	М330, М470	3,3—15; 16—24; 27—39; 43—62; 68—120		500	6—18	—	5; 6	20—100
	М700	3,3; 3,9; 4,7—150		500	6—18	—	5; 6	20—100
	М1300	15—270		500	6—18	—	5; 6	20—100
	Н20	100—3,3·10³	±10, ±20%,	500	6—18	—	5; 6	—
	Н30	220—3,9·10³	+50 ÷ —20% Е24	500	6—18	—	5; 6	—
	Н50	470—6,8·10³	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20%	350	6—18	—	5; 6	—
	Н50 (вариант «в»)	100—4,7·10³	Е6	250	6—18	—	5; 6	—
	Н90	1,0·10³—1,5·10⁴	+80 ÷ —20% Е6	250	6—18	—	5; 6	—
КДУ	П100	1,0; 1,5; 2,2	±10, ±20%	50	8,5	—	3,5	20—100
	П33, М47	1—27; 3,3—27	±10, ±20%	50	8,5—16,5	—	3,5, 4,5	20—100
	М700	27; 33; 39; 47	Е24	50	10,5	—	3,5	20—100
КДО-1	П100	3,3; 4,7	±20%	500	10,4	13	—	75

Продолжение табл. 3

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм $D(H)$	L	B	Допустимая реактивная мощность, В·Ар
	М47	10, 15		500	10,4	13	—	75
	М750	33		500	10,4	13	—	75
	М1500	68		500	10,4	13	—	75
	Н70	$1{,}5\cdot10^3$	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20%	400	10,4	13	—	—
КДО-2	П100	6,8	±20%	500	12,7	13	—	75
	М47	22		500	12,7	13	—	75
	М750	47		500	12,7	13	—	75
	М1500	100		500	12,7	13	—	75
	Н70	$2{,}2\cdot10^3$	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20%	400	12,7	13	—	—
КЛГ-1 КЛГ-2	Н70	$4{,}7\cdot10^3$—$2{,}2\cdot10^4$	Для М47, М75, М750, М1500	70; 160	4—10	5	4	—
КЛГ-2	М47, М75	18—330	±2, ±5, ±10, ±20%	160, 250	4—10	5	4	60—150
	М750	51—$1{,}0\cdot10^3$	Для Н30 ±20%	160, 250	4—10	5	4	60—150
	М1500	160—$2{,}0\cdot10^3$		160, 250	4—10	5	4	60—150
КЛГ-2 КЛГ-3	Н30	$1{,}0\cdot10^3$—$1{,}0\cdot10^4$	Для Н70 +80 — —20% Е24	160, 250	4—10	5	4	—
КЛС-1	М47, М75	30—300	Для М47, М75,	80	4—10	4—6	4	75—175
	М750, М1500	330—$3{,}0\cdot10^3$	М750, М1500	80	4—10	4—6	4	75—175
	Н50	$1{,}5\cdot10^3$—$1{,}0\cdot10^4$	±5, ±10, ±20%	80	4—10	4—6	4	—
	Н30	$1{,}5\cdot10^3$—$1{,}0\cdot10^4$		50	4—10	4—6	4	—
	Н70	$4{,}7\cdot10^3$—$3{,}3\cdot10^4$		35	4—10	4—6	4	—
	Н90	$4{,}7\cdot10^3$—$1{,}0\cdot10^5$		35	4—10	4—6	4	—
КЛС-2	М47, М75	18—160		125	4—10	4—6	4	75—175
	М750, М1500	91—$1{,}3\cdot10^3$	Для Н30, Н70,	125	4—10	4—6	4	75—175
	Н50	680—$3{,}3\cdot10^3$	Н90	125	4—10	4—6	4	—
	Н30	$1{,}0\cdot10^3$—$6{,}8\cdot10^3$	+80 — —20%	100	4—10	4—6	4	—
КЛС-3	М47, М75	8,2—91	Для Н50 ±20%	200	4—10	4—6	4	75—175
	М750, М1500	18—820	Е24	200	4—10	4—6	4	75—175
	Н30	680—$3{,}3\cdot10^3$		160	4—10	4—6	4	—

КМ-3	Н30	680—2,2·10⁴	±20 +50 ÷ —20% Е6	250 (варианты «а», «б»)	Неизолированные 3	 5—13	 4,5—12,5	
				160 (вариант «в»)	Изолированные $6^{-3,5}$	 6—15	 6—15	
					Незащищенные 0,7—2	 4,5—12,5	 4,2—12,5	
КМ-4	П33 МПО	16—510 56—1,2·10³	±2 (более 50 пФ)	250 (варианты «а», «б»)	Неизолированные 3—3,3	 5—13	 4,5—12,5	 10—40
	М47 М75 М750 М1500	27—510 47—1000 68—1,8·10³ 150—3,6·10³	±5, ±10, ±20% Е24	160 (вариант «в»)	Изолированные $6^{-3,5}$	 6—15	 6—15	
	Н30	1,5·10³—4,7·10⁴	±20; +50 ÷ —20% Е6	160 (варианты «а», «б»)	Незащищенные 0,5—2	 4,2—12,2	 4,2—12,2 4,5—10	— —
КМ-5	П33 МПО	16—680 68—1,6·10³	±2 (более 50 пФ)	160 (варианты «а», «в»)	Неизолированные 3—3,3	 5—13	4,5—12,2	10—40
					Изолированные $6^{-3,5}$	 6—15	6—15	
	М47 М75 М750 М1500	27—680 47—1,3·10³ 68—2,7·10³ 150—5,6·10³	±5, ±10, ±20% Е24	100 (вариант «в»)				
	Н30	1,5·10³—6,8·10⁴	±20, +50 ÷ —20% Е6	100 (варианты «а», «б») 70 (вариант «в»)	Незащищенные 0,3—1,7	 4,2—12,2	 4,2—12,2	—
	Н90	1,5·10⁴—1,5·10⁵	+80 ÷ —20% Е6	50				—
КМ-6	П33 М47	120—5,1·10³ 120—6,2·10³	±2, ±5, ±10, +20% Е24	50 50	6,5—14 6,5—14	6,4—14 6,4—14	4,5—10 4,5—10	10—40 10—40

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм			Допустимая реактивная мощность, В·Ар
					D(*H*)	*L*	*B*	
	М75	180—5,6·10^3		50	6,5—14	6,4—14	4,5—10	10—40
	М750	470—1,0·10^4		50	6,5—14	6,4—14	4,5—10	10—40
	М1500	820—1,5·10^4		50	6,5—14	6,4—14	4,5—10	10—40
	Н30, Н50	1,0·10^4—1,5·10^5	+50 — —20% Е6	50	6,5—14	6,4—14	4,5—10	—
	Н90	2,2·10^4—2,2·10^6	+80 ÷ —20% Е6	100 (вариант «в») 35,25	6,5—14	6,4—14		
КМК-1	П33, М47	4,7—15	±5, ±10,	160	0,45	9,6	9,6	10
	М75	15—27	±20%, но не	160	0,45	9,6	9,6	10
	М750	27—68	точнее ±0,4 пФ	160	0,45	9,6	9,6	10
	М1500	68—100	Е24	160	0,45	9,6	9,6	10
КМК-2, КМК-2а	П33, М47	16—220		100	1,6—2,2	9,6	Для КМК-2	10
	М75	30—470		100	1,6—2,2	9,6	9,6	10
	М750	75—820		100	1,6—2,2	9,6		10
	М1500	110—180		100	1,6—2,2	9,6		10
	Н30	1,5·10^3—2,2·10^4	+50 — —20% Е6	70	1,1—1,8	6	Для КМК-2а 5	—
	Н90	2,2·10^4—4,7·10^4	+80 ÷ —20% Е6	50	1,1—1,8	6	Для КМК-2а 5	—
КМК-3, ККМ-3а	П33	75—560	±5, ±10,	35	1,6—1,8	9,6	9,6	10
	М47	75—680	±20%, но не	35	1,6—1,8	9,6	9,6	10
	М75	240—1,2·10^3	точнее 0,4 пФ	35	1,6—1,8	9,6	9,6	10
	М750	510—2,2·10^3	Е24	35	1,6—1,8	9,6	9,6	10
	М1500	1,1·10^3—4,7·10^3		55	1,6—1,8	9,6	9,6	10
	Н30	2,2·10^4—4,7·10^4	+50 ÷ —20% Е6	35	1,6—1,8	9,6	9,6	—
КТ-1	П100	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—30,0	±5, ±10, ±20%, но не	160, 250	3,5	10—20	—	20—50
	П33	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—62	точнее ±0,4 пФ Е24	160, 250	3,5	10—20	—	20—50

	М47	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—75		160, 250	3,5	10—20	—	20—50
	М75	1; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—130		160, 250	3,5	10—20	—	20—50
	М700	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—270		160, 250	3,5	10—20	—	20—50
	М1300	15—560		160, 250	3,5	10—20	—	20—50
	Н70	680—$1{,}0\cdot10^4$	+50 ÷ —20% +80 ÷ —20% Е6	160	3,5	10—20	—	—
КТ-2	П100	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—100	±2, ±5, ±10, ±20%, но не	500	7	12—50	—	50, 75
	П33	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—180	точнее ±0,4 пФ	500	7	12—50	—	50, 75
	М47	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—240	Е24	500	7	12—50	—	50, 75
	М75	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—360		500	7	12—50	—	50, 75
	М700	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—910		500	7	12—50	—	50, 75
	М1300	15—$2{,}2\cdot10^3$		500	7	12—50	—	50, 75
	Н70	680—$6{,}8\cdot10^3$	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20% Е6	300	7	12—50	—	—
КТ-3	П100	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—110	±2, ±5, ±10, ±20%, но не	500, 750	10	12—60	—	300—600
	П33	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—150	точнее ±0,4 пФ	500, 750	10	12—60	—	300—600
	М47	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—240	Е24	500, 750	10	12—60	—	300—600
	М700	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7—$1{,}0\cdot10^3$		500, 750	10	12—60	—	300—600
КТ-4	М47	39,91	±2, ±5, ±10,	500, 750	10	12—40	—	—
	М700	130—180, 300—360 510—560, 680—750	±20%, но не точнее ±0,4 пФ Е24	500, 750	10	12—40	—	—
КТБ-1—КТБ-3 блоки	Н70	$3{,}0\cdot10^3+$ $+2\times1{,}0\cdot10^3$	+80 ÷ —20%	300	23,6	12	—	—

Продолжение табл. 3

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм			Допустимая реактивная мощность, В·Ар
					D(H)	L	B	
КО-1	П100	6,8	±20%	500	6,9	12	—	50
	М47	15		500	6,9	12	—	50
	М75	33		500	6,9	12	—	50
	М750	68		500	6,9	12	—	50
	М1500	22; 33; 47; 68; 100; 120; 150		500	6,9	12	—	50
	Н70	$1{,}0\cdot10^3$; $1{,}5\cdot10^3$; $2{,}2\cdot10^3$	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20%	400	6,9	12	—	—
КО-2	П100	10	±20%	500	8,1	15	—	75
	М47	22		500	8,1	15	—	75
	М75	47		500	8,1	15	—	75
	М750	100		500	8,1	15	—	75
	М1500	220, 330		500	8,1	15	—	75
	Н70	$3{,}3\cdot10^3$; $4{,}7\cdot10^3$	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20%	400	8,1	15	—	—
КОБ-1, КОБ-2	—	500	+80 ÷ —20%	12000, 20000	21, 33	18, 27	—	—
КПС-1	Н90	$510—3{,}6\cdot10^3$	+100 — —40%	250	4,5	6	6	—
КПС-2	Н90	$3{,}9\cdot10^3—7{,}5\cdot10^3$	Е6	250	7	9	7	—
КПС-3	Н90	$8{,}2\cdot10^3—1{,}5\cdot10^4$		250	10	12	7	—
КПС-4	Н90	$1{,}8\cdot10^4—4{,}0\cdot10^4$		250	13,5	16	8	—
КТИ-1	$\pm1000\cdot10^{-6}$	2—68	2—3,9 пФ	1000	14	20	—	—
		75—200	±0,4 пФ	1000	14	25	—	—
КТИ-2	$\pm1000\cdot10^{-6}$	220—300	4,3—5,6 пФ	450	14	30	—	—
		360—560	±10, ±20%	450	14	40	—	—
		620—750	62—200 пФ	450	14	50	—	—
		$820—1{,}0\cdot10^3$	±5, ±10, ±20%	450	14	60	—	—
			$220—1{,}0\cdot10^3$ пФ					
			±5, ±10%					
			Е24					
КТНБ	П120	200, 330, 390, 470	±2, ±5, ±10,	500	(17, 18)	30—70	15	800—2400
	М47	180, 200, 270, 390 430, $1{,}0\cdot10^3$	±20%	500	(17, 18)	30—70	15	800—2400

	М750	39; 47; 56; 68		500	6,9, 8	12, 16	—	30, 40
	М1500	100; 120; 150; 180; 220		500	6,9, 8	12, 16	—	30, 40
	Н70	1,5·10³; 2,2·10³; 3,3·10³	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20%	400	6,9, 8	12, 16	—	—
КТП-2	П100	8,2; 12; 15; 18; 22	±10, ±20%	500	8,1, 8,5	16, 20	—	50, 60
	М47	18; 27; 33; 39; 47; 56		500	8,1, 8,5	16, 20	—	50, 60
	М75	56; 68; 82; 100		500	8,1, 8,5	16, 20	—	50, 60
	М750	82; 100; 120; 150		500	8,1, 8,5	16, 20	—	50, 60
	М1500	270; 330; 390; 470		500	8,1, 8,5	16, 20	—	50, 60
	Н70	4,7·10³; 6,8·10³	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20%	400	8,1, 8,5	16, 20	—	—
КТП-3	П100	8,2; 10; 12; 15; 18	±10, ±20%	750	10; 11,6	20, 28	—	60, 70
	М47	22; 27; 33; 39; 47		750	10; 11,6	20, 28	—	60, 70
	М75	56; 68; 82		750	10; 11,6	20, 28	—	60, 70
	М750	100; 120; 150; 180		750	10; 11,6	20, 28	—	60, 70
	М1500	220; 270; 330		750	10; 11,6	20, 28	—	60, 70
	Н70	1,0·10⁴; 1,5·10⁴	+50 ÷ —20, +80 ÷ —20%	400	10; 11,6	20, 28	—	—
К10П-4	П100	3,9—8,2	±0,5, ±1 пФ Е24	350	5	10	—	—
	М47	10—18	±5, ±10, ±20%	350	5	10	—	—
	М75	12—22	Е24	350	5	10	—	—
	М750	22—43		350	5	10	—	—
	М1500	47—100		350	5	10	—	—
	Н30	470; 680; 1,0·10³	+50 ÷ —20%	350	5	10	—	—
	Н70	1,5·10³; 2,2·10³	+80 ÷ —20%	350	5	10	—	—
	Н90	3,3·10³	+80 ÷ —20%	350	5	10	—	—
К10У-1	М1500	150, 330	±20%	350	6, 10	7,5	—	10, 20
	Н70	2,2·10³; 4,7·10³	+80 ÷ —20%	350	6, 10	7,5	—	—
К10-7В	П33	15—180	±5, ±10, ±20%	50	4—14	4—14	3,5—4,5	20—100
	МПО	18—220	Е24	50	4—14	4—14	3,5—4,5	20—100
	М47, М75	22—270		50	4—14	4—14	3,5—4,5	20—100
	М750	47—680		50	4—14	4—14	3,5—4,5	20—100

Продолжение табл. 3

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм $D(H)$	L	B	Допустимая реактивная мощность, В·Ар
			±20,					
	М1500	68—1,0·10³	+50 ÷ —20%	50	4—14	4—14	3,5—4,5	20—100
	Н30	680—1,0·10⁴	Е6	50	4—14	4—14	3,5—4,5	—
	Н70	1,5·10³—2,2·10⁴	+80 ÷ —20%	50	4—14	4—14	3,5—4,5	—
	Н90	3,3·10³—6,8·10⁴	Е6	50	4—14	4—14	3,5—4,5	—
К10-9	П33, М47	2,2—2,2·10³	±5, ±10,	15, 25 (Н20)	0,6—2,5	2—6	2—8	1,25—30
	М75	11—3,9·10³	±20%, но не		0,6—2,5	2—6	2—8	1,25—30
	М750	27—8,2·10³	точнее ±0,4 пФ		0,6—2,5	2—6	2—8	1,25—30
	М1500	36—1,5·10⁴	Е24		0,6—2,5	2—6	2—8	1,25—30
	Н20, Н30	150—1,5·10⁵	±20%,	15, 25 (Н20)	0,6—2,5	2—6	2—8	—
			+50 ÷ —20%		0,6—2,5	2—6	2—8	—
	Н90	1000—4,7·10⁵	+80 ÷ —20%					
			Е6					
К10-15	Н30	1,0·10⁴—2,2·10⁵	+50 ÷ —20%	35	Неизолированные			
			Е6		4,5—10,5	6,5—12	3	—
					Изолированные			
					7,5—13,5	7,5—13,5	6	—
К10-17	П33	2,2—1,0·10⁴	±5, ±10,	25; 40; 50				1—40
	М47	2,2—1,2·10⁴	±20%, но не	25; 40; 50				1—40
	М75	10—1,5·10⁴	точнее ±0,4 пФ	25; 40; 50				1—40
	М750	33—2,7·10⁴	Е24	25; 40; 50				1—40
	М1500	75—3,9·10⁴		25; 40; 50	Изолированные			
					5,5	6,6—12	4,5—8,5	1—40
	Н50	680—4,7·10⁵	+50 ÷ —20%	25; 40; 50			4,5—8,5	—
			Е6					
	Н90	6,8·10³—1,5·10⁶	+80 ÷ —20%	25; 40; 50	Незащищенные			
			Е6		1—2	1,5—8	1,3—6,6	—
К10-23	П33, М47	2,2—330	±5; ±10;	16	6,5	9	4,5	20
	М75	10—820	±20%, но не	16	6,5	9	4,5	20
	М750	33—1,5·10³	точнее ±0,4 пФ	16	6,5	9	4,5	20
	М1500	75—3,0·10³	Е24	16	6,5	9	4,5	20
	Н30	680—3,3·10⁴	+50 ÷ —20%	16	6,5	9	4,5	

К10-25	П100	5,1—15	±2; ±5; ±10;	500	8	16—35	—	25—75
	П33	5,1—62	±20%, но не	500	8	16—35	—	25—75
	М47	5,1—150	точнее ±0,4 пФ	500	8	16—35	—	25—75
	М700	5,1—560	Е24	500	8	16—35	—	25—75
К10-26	МПО	1,2—274	±1, но не точнее ±0,25 пФ Е12 (1,2—4,7 пФ) Е24 (5,1—9,1 пФ) Е48 (10—19,6 пФ) Е96 (20—274 пФ)	50	4	10,5	10,5	20
К10-27	Н50	2×1,5·10⁴ 2×2,2·10⁴ 2×3,3·10⁴ 2×4,7·10⁴ 2×6,8·10⁴ 2×1,0·10⁵ 3×6,8·10³ 3×1,0·10⁴ 3×1,5·10⁴ 3×2,2·10⁴ 3×3,3·10⁴ 3×4,7·10⁴ 3×6,8·10⁴ 5×2,2·10⁴ 5×4,7·10⁴	+50 ÷ —20% Е6	16	1—1,2	4,2—8,5	4,2—7	—
К10-28	Н30	2,2·10⁵—1,0·10⁶	±20%, +50 ÷ —20% Е6	50	14	вариант «а» 16	4,5—6,5	—
					2—3,5	вариант «в» 10—12	6,8—10,6	
К10-29	М75	0,47; 0,68; 1,0; 1,5	±5; ±10;	250	3,5—5,5	7—10	—	10
	М330	0,68; 1,0; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9	±20%, но не точнее	250	3,5—5,5	7—10	—	10
	М750	1,0; 1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7	±0,25 пФ	250	3,5—5,5	7—10	—	10

2—109

Продолжение табл. 3

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм D(H)	L	B	Допустимая реактивная мощность, В·Ар
	М1500	2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1; 10,0		250	3,5—5,5	7—10	—	10
К10-34	П33 М47	21,5—3,01·10³ 21,5—3,65·10³	±1, ±2, ±5, ±10, ±20% Е48 (для конденсаторов с отклонением ±1, ±2%) Е24 (для конденсаторов с отклонением ±5, ±10, ±20%)	25				5—30 5—30
					Незащищенные			
					2—2,5	4,0—5,5	2,7—4,8	
					Изолированные			
					5,5	6,6—8,2	4,5—6,6	
К10-36	Н30	1,5·10³—6,8·10⁴	+50 ÷ —20% Е6	50	6	6—13	6—13	—
К10-40	Н70	3,3·10³; 4,7·10³; 6,8·10³; 1,0·10⁴; 1,5·10⁴; 2,2·10⁴	+80 ÷ —20%	50	12,7	8—14	—	—
К10-42	М47	1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2—22 пФ	±0,25 пФ (для емкостей до 4,7 пФ) ±0,25 и ±0,5 пФ (для емкостей от 4,7 пФ до 10 пФ) ±5, ±10, ±20% (свыше 10 пФ) Е24	50	1,0—1,2	1,5	1,3—1,4	5

К10-43	МПО	21,5—4,42·10^4	±1, ±2, ±5% Е192	25	Незащищенные			5—100
					2,4—2,7	4—12	2,9—10,6	
					Изолированные			
					6,5	8,2—16,5	4,8—12,2	
К10-45	МПО, М47	0,51—22	±0,25 пФ (до 10 пФ) ±2,0 (свыше 10 пФ) Е24	50	2	4	2,7	—
К10-47	Н50	3,3·10^5—2,2·10^6	±20, +50 ÷ —20% Е6	25, 50	2,3—2,5	8—12	6,6—11	—
	Н90	1,0·10^6—6,8·10^6	+80 ÷ —20%	25, 50	2,3—2,5	8—12	6,6—11	—
К10-48—1	Н30	3,3·10^4	±20, +50 ÷ —20% Е6	100	8	6	5	—
К10-48—2	М47, М75	18—360	±5; ±10;	160, 250	4,5—8	6	5	60—120
К10-48—3	М750	51—1,0·10^3	±20%	160, 250	4,5—8	6	5	60—120
	М1500	150—2,2·10^3	Е24	160, 250	4,5—8	6	5	60—120
	Н30	1,0·10^3—2,2·10^3	±20; +50 ÷ —20% Е6	160, 250	4,5—8	6	5	—
К10-50 (вариант «а»)	МПО	1,1·10^3—3,0·10^4	±5, ±10 ±20% Е24	25	5,5	6,6—8,2	4,5—6,6	20—30
	Н90	2,2·10^4—3,3·10^6	+80 ÷ —20% Е6	10	5,5	6,6—8,2	4,5—6,6	—
К10-50 (вариант «в»)	МПО	22—3,0·10^4	±5, ±10, ±20% Е24	25	1,2—1,8	1,5—5,5	1,3—4,4	2,5—20
	Н90	2,2·10^4—3,3·10^6	+80 ÷ —20% Е6	10	1,2—1,8	1,5—5,5	1,3—4,4	—
К10-51	П100	3,9—8,2	Для емкостей менее 10 пФ ±0,5 пФ	350	5	10	—	50
	М47	10—18	Для емкостей	350	5	10	—	50
	М75	12—22	более 10 пФ	350	5	10	—	50
	М750	22—47	±5, ±10, ±20%	350	5	10	—	50
	М1500	47—150	Е24	350	5	10	—	50

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм $D(H)$	Размеры, мм L	Размеры, мм B	Допустимая реактивная мощность, В·Ар
	Н30	$330—1,0\cdot10^3$	$+50 \div —20\%$ Е6	350	5	10	—	—
	Н70 Н90	$1,5\cdot10^3$; $2,2\cdot10^3$ $3,3\cdot10^3$; $4,7\cdot10^3$	$+80 \div —20\%$ Е6	350	5	10	—	—
К10-52	П120	$10—1,0\cdot10^3$	±5, ±10, ±20%	25, 50, 100	3	5,5—8	4,3—6,5	10, 20
	М47	$10—7,5\cdot10^3$	Е24	25, 50, 100	3	5,5—8	4,3—6,5	10, 20
К15-4	Н70	470, $1,0\cdot10^3$;	$+80 \div —20\%$	12000	22—46	21, 22	—	—
		$2,2\cdot10^3$		20000	23,5—56	29—31	—	—
		$4,7\cdot10^3$		30000	27,5—49	35, 36	—	—
		470; $1,0\cdot10^3$; $2,2\cdot10^3$ 220; 400; $1,0\cdot10^3$		40000	25; 31; 41	41—46	—	—
К15-5	Н20	$220—6,8\cdot10^3$	±20%	1600	8—34	4—7	—	—
		$150—4,7\cdot10^3$	Е6	3000	8—34	4—7	—	—
		$68—2,2\cdot10^3$		6300	8—34	4—7	—	—
	Н50	68—220	±10, ±20% Е12	6300	8,5—14,5	7	—	—
	Н70	470; $1,0\cdot10^3$; $2,2\cdot10^3$; $4,7\cdot10^3$; $1,0\cdot10^4$	$+80 \div —20\%$	1600	8—27	4	—	—
		330; 680; $1,5\cdot10^3$; $3,3\cdot10^3$; $6,8\cdot10^3$; $1,5\cdot10^4$		3000	8,5—38	5	—	—
		470; $1,0\cdot10^3$; $2,2\cdot10^3$; $4,7\cdot10^3$		6300	10—34	7	—	—
К15-12	МПО	0,47—10	±10, ±20% Е6	3000	3,4—10	7,1—10	—	120—500
К15-13	МПО	4,7—150	Для емкостей менее 10 пФ ±0,5 пФ, Е12 Для емкостей 12—470 пФ ±5, ±10%, Е12	5000	18—45	10—14,5	—	1500—15000
	М330	33—270		5000	18—45	10—14,5	—	1500—15000
		22—470		3000	18—45	10—14,5	—	1500—15000
К15-15	Н20	$330—1,5\cdot10^3$	±20,	1600	(4)	2—4	5	—
	Н30		$+50 \div —20\%$	3000	(4)	3—7.5	5	—

По свойствам стеклянные и стеклокерамические конденсаторы (рис. 11) близки к керамическим и также разделяются на высокочастотные (тип I) и низкочастотные (тип II). По ТКЕ конденсаторы К21 и К22 типа I относят в основном к группе термостабильных (П100, П33, МПО, М47, М75) и частично к группе термокомпенсирующих (М150, М330); стеклокерамические конденсаторы типа II ТКЕ — относят к группам Н10 и Н30, что свидетельствует об относительно малых нелинейных изменениях емкости в интервале рабочих температур.

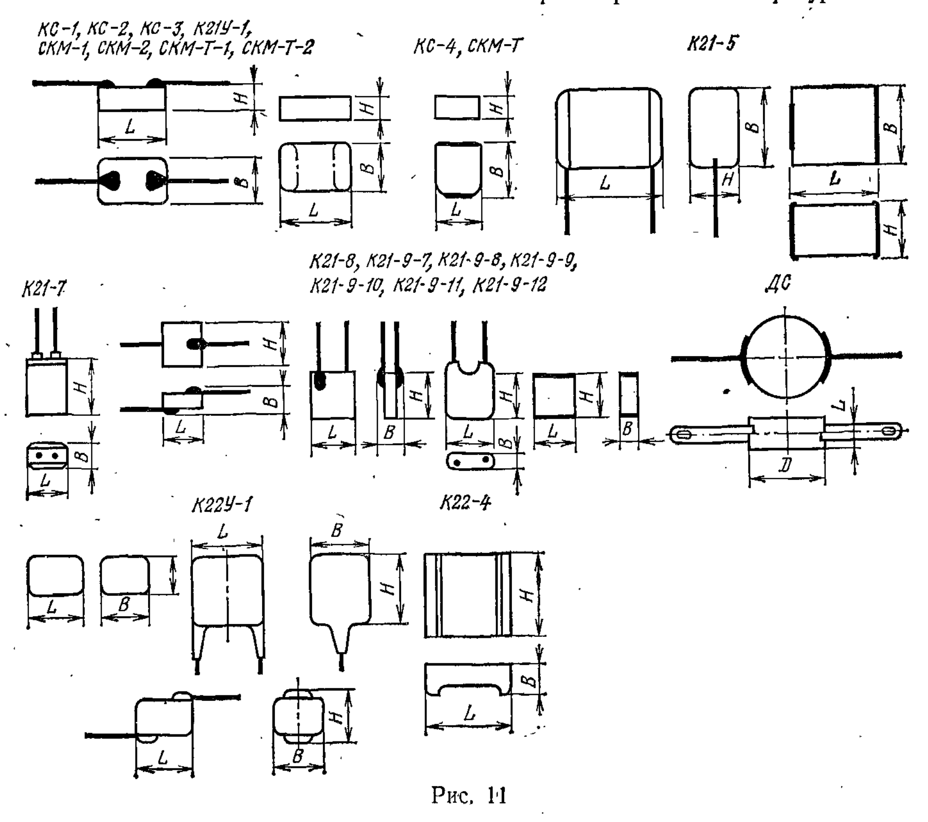


Рис. 11

В табл. 4 приведены основные характеристики стеклянных и стеклокерамических конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

СЛЮДЯНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К31)

Слюдяные конденсаторы (рис. 12) применяют в высокочастотных цепях. Это могут быть блокировочные фильтровые и шунтирующие цепи, цепи емкостной связи на высокой частоте, фиксированная настройка контуров, цепи линий задержки и др. При повышенных токовых нагрузках рекомендуются к использованию фольговые конденсаторы (с ненормированным ТКЕ — группа А). Диэлектриком у слюдяных конденсаторов является природный минерал слюда (мусковит), обладающая высокими электрофизическими свойствами. Обклад-

Таблица 4

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм D(H)	L	B	Допустимая реактивная мощность, В·Ар
КС-1	П60	10—180	±2, ±5, ±10, ±20%, но не точнее ±1 пФ Е24	500	3,7—6	14	8	100
	МПО	10—200						
	М47	15—240						
	М150	20—300						
КС-2	П60	180—470		500	6	19	12	200
	МПО	200—510						
	М47	240—560						
	М150	300—750						
КС-3	П60	470—510		500	6	20	15	200
	МПО	510—620						
	М47	560—750						
	М150	750—$1{,}0\cdot10^3$						
КС-4	П60	9,1—150	±2, ±5, ±10%, но не точнее 1 пФ Е24	300	4	9	9	15
	МПО	9,1—200						
	М47	51—200						
	М150	130—200						
К21У-1	П100	9,1—430	±2, ±5, ±10, ±20% Е24	250	5	13,5—20	7,5—15	100—250
К21-5	МПО	2,2—160	±5, ±10%, но не точнее ± 1 пФ Е24	160	3	7—8,5	6	10
	М47	2,2—160		160	3	7—8,5	6	
	М75	2,2—160		160	3	7—8,5	6	
	М330	180—330		160	4	7—8,5	6	
К21-7	П120	56—$2{,}0\cdot10^4$	±5, ±10, ±20% Е24	50	9,5—14,5	7,5—14,5	3—4,5	10—50
К21-8	П60	9,1—270	±5, ±10, ±20% Е24	250	4,5—12,5	5—13	4—6	10—40
	П33	10—300						
	МПО	12—430						
	М47	15—680						
	М75	18—560						
	М150	20—810						
	М330	22—$1{,}5\cdot10^3$						

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм			Допустимая реактивная мощность, В·Ар
					D(H)	L	B	
К21-9-7	П100 П33 МПО М47 М75 М150 М220	91—3,9·10³ 120—4,7·10³ 150—5,1·10³ 180—5,6·10³ 200—6,2·10³ 220—7,5·10³	Для емкостей 2,2—9,1 пФ ±0,5 пФ Для емкостей 10—43 пФ ±5, ±10, ±20% Свыше 43 пФ ±2, ±5, ±10, ±20% Е24	25	4,5—6,5	5,5—13,5	4,5—12,5	40—150
К21-9-8	П100 П33 МПО М47 М75 М150	56—2,7·10³ 62—3,0·10³ 68—3,3·10³ 75—3,9·10³ 82—4,3·10³ 91—5,1·10³		63	4,5—6,5	5,5—13,5	5,5—13,5	40—150
К21-9-10	П100 П33 МПО М47 М75 М150	2,2—820 2,2—1,0·10³ 2,2—1,1·10³ 2,2—1,2·10³ 33—1,3·10³ 39—1,6·10³		160	4,5—6,5	5,5—13,5	4,5—12,5	40—200
К21-9-11	П100 П33 МПО М47 М75 М150 М220	9,1—560 10—620 12—680 15—750 18—820 20—910 22—1,5·10³		250	4,5—6,5	5,5—13,5	4,5—12,5	40—150
К21-9-12	П100 П33 МПО М47 М75	9,1—560 10—750 11—820 13—1,0·10³ 15—1,2·10³		500	4,5—6,5	5,5—13,5	5,5—13,5	40—200

Окончание табл. 4

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %, пФ. Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм			Допустимая реактивная мощность, В·Ар
					D(*H*)	*L*	*B*	
ДС	М150	$16—1,5 \cdot 10^3$						
	М220	$20—1,6 \cdot 10^3$						
СКМ-1	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	22, 33	±5, ±10%	5000	30	12	—	—
		75, 100		3000				
	МПО	10—150	Для МПО, М47,	250	(6,5)	10,5	5,5	30, 40
	М47	10—150	М330 ±2, ±5,	250				30, 40
	М330	20—360	±10, ±20%, но	250				
			не точнее ±1 пФ					
СКМ-2	Н30	$680—1,5 \cdot 10^3$	Е24	125				—
	МПО	160—510	Для Н30	250	(6,5)	13,5	7,5	40, 55
	М47	160—510	+50 ÷ —20%	250	(6,5)			40, 55
	М330	$390—1,0 \cdot 10^3$	Е6	250	(6,5)	13,5		40, 55
	Н30	$1,6—10^5—5,1 \cdot 10^3$		125	(6,5)	13,5		—
	МПО	51—300		500	(8)	13,5		40, 55
	М47	51—300		500	(8)	13,5		40, 55
	М330	100—510		500	(8)	13,5		40, 55
	Н30	$1,0 \cdot 10^3—2,7 \cdot 10^3$		250	(8)	13,5		—
СКМ-Т-1	МПО	9,1—200		250	(4)	10,5	5,5	40
СКМ-Т-2	МПО	$220—1,0 \cdot 10^3$		125	(5)	13,5	7,5	55
	М330	180—510		250				
СКМ-Т	МПО	9,1—200		250	(5)	9	9	5
К22У-1	МПО, М47	30—560		35	(3—7)	6,5—8	4—5,5	15
		220—430		100	(3—7)	6,5—8	4—5,5	15
		130—270	Для МПО, М47,	160	3—7	6,5—8	4—5,5	15
		22—120	М330 ±5, ±10,	250	(3—7)	6,5—8	4—5,5	15
		620—910	±20%	35	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		470—620	Для Н30	100	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		300—390	+50 — —20%	160	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		130—150		250	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		$1,0 \cdot 10^3—2,2 \cdot 10^3$		35	(3—9)	9,5—11	4—7,5	30
		680—910		100	(3—9)	9,5—11	4—7,5	30
		430—620		160	(3—9)	9,5—11	4—7,5	30
		160—200		250	(3—9)	9,5—11	4—7,5	30

	M330	750—1,2·10³		35	(3—7)	6,5—8	4—5,5	15
		620, 680		70	(3—7)	6,5—8	4—5,5	15
		510, 560		100	(3—7)	6,5—8	4—5,5	15
		220—470		160	(3—7)	6,5—8	4—5,5	15
		56—220		250	(3—7)	6,5—8	4—5,5	15
		1,6·10³—2,2·10³		35	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		1,3·10³, 1,5·10³		35	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		820—1,0·10³		70	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		750		100	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		510—680		160	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		220—330		250	(3—8)	7,5—9	4—6,5	20
		1,8·10³—3,9·10³		35	3—9	9,5—11	4—7,5	30
		910—1,5·10³		100	3—9	9,5—11	4—7,5	30
		750, 820		160	3—9	9,5—11	4—7,5	30
		360—560		250	3—9	9,5—11	4—7,5	30
	H30	4,7·10³		12	3—7	6,5—8	4—5,5	—
		1,5·10³—3,3·10³		35	3—7	6,5—8	4—5,5	—
		680—1,5·10³		100	3—7	6,5—8	4—5,5	—
		6,8·10³		12	3—8	7,5—9	4—6,5	—
		4,7·10³		35	3—8	7,5—9	4—6,5	—
		1,0·10³—2,2·10³		100	3—8	7,5—9	4—6,5	—
		1,0·10⁴, 1,5·10⁴		12	3—9	9,5—11	4—7,5	—
		6,8·10³		35	3—9	9,5—11	4—7,5	—
		3,3·10³—4,7·10³		100	3—9	9,5—11	4—7,5	—
К22-4	H10	56—1,0·10³	±10, ±20 E24	10	2,8—6,8	2,7—6,1	2,1	—

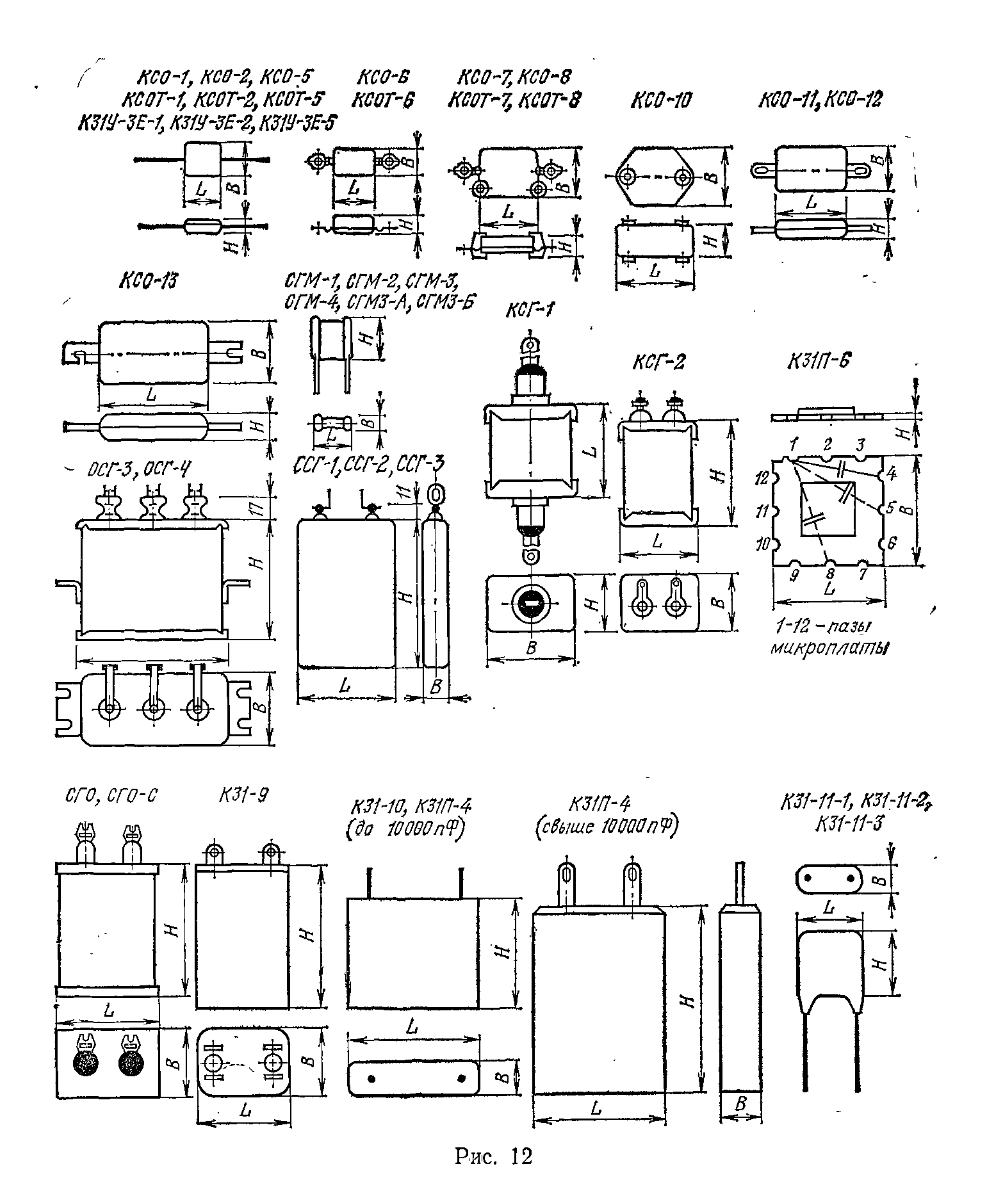


Рис. 12

ками могут быть пластинки алюминиевой или медной фольги или тонкий слой серебра, наносимый на слюду методом вакуумного испарения или «вжигания».

Основа всех конструктивных разновидностей слюдяных конденсаторов — плоский пакет, в котором прямоугольные или квадратные пластинки слюды чередуются с металлическими электродами. Пакет обжат с двух сторон обжимками с выводами и помещен в корпус. Корпусом могут служить: опрессовка в термореактивную пластмассу (КСО, КСОТ, К13У-3Е), металлические коробочки со стеклянными или керамическими изоляторами, обеспечивающие вакуум-плотную герметизацию конденсатора (КСГ, ССГ), плоские керамические трубочки,

Таблица 5

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм			Допускаемая реактивная мощность, В·Ар
					H	*L*	*B*	
КСО-1	$\pm 50\cdot 10^{-6}$ (свыше 100 пФ) $\pm 100\cdot 10^{-6}$ $\pm 200\cdot 10^{-6}$	51—750	±2, ±5, ±10, ±20% но не точнее ±1 пФ	250	4,6	13	7	5
КСО-2, КСО-5	$\pm 50\cdot 10^{-6}$ $\pm 100\cdot 10^{-6}$ $\pm 200\cdot 10^{-6}$ не нормируется	100—$2{,}4\cdot 10^3$		500	5,5	18	11	10
		470—$6{,}8\cdot 10^3$,		500	6,5	20	20	20
		$7{,}5\cdot 10^3$—$1{,}0\cdot 10^4$		250	9	20	20	20
				(свыше $3\cdot 10^3$ пФ)				
КСО-6, КСО-7	$\pm 50\cdot 10^{-6}$ (свыше 100 пФ) $\pm 100\cdot 10^{-6}$ $\pm 200\cdot 10^{-6}$	100—$2{,}7\cdot 10^3$		1000	9	27	16,5	25
		47—$1{,}0\cdot 10^3$		2500	8,6	33	28,6	40
		$1{,}1\cdot 10^3$—$2{,}2\cdot 10^3$		1600	8,6	33	28,6	40
		$2{,}4\cdot 10^3$—$3{,}3\cdot 10^3$		1000	8,6	33	28,6	40
КСО-8		$1{,}0\cdot 10^3$—$3{,}3\cdot 10^3$		2500	11	33	28,6	50
		$3{,}6\cdot 10^3$—$4{,}3\cdot 10^3$		2000	11	33	38,6	50
		$4{,}7\cdot 10^3$—$6{,}8\cdot 10^3$		1600	11	33	28,6	50
		$7{,}5\cdot 10^3$—$1{,}0\cdot 10^4$		1000	11	33	28,6	50
		$1{,}2\cdot 10^4$—$2{,}7\cdot 10^4$		500	11	33	28,6	50
		$1{,}0\cdot 10^4$—$2{,}7\cdot 10^4$		250	11	33	28,6	50
КСО-10	$\pm 50\cdot 10^{-6}$ $\pm 100\cdot 10^{-6}$ $\pm 200\cdot 10^{-6}$ не нормируется	47—$1{,}0\cdot 10^3$		3000	19	44,5	34	60
		$3{,}6\cdot 10^3$—$4{,}7\cdot 10^3$		2500				
		$5{,}1\cdot 10^3$—$1{,}0\cdot 10^4$		2000				
		$1{,}2\cdot 10^4$—$1{,}5\cdot 10^4$		1600				
		$1{,}8\cdot 10^4$		1000				
		$2{,}7\cdot 10^4$—$4{,}7\cdot 10^4$		500				
КСО-11	не нормируется	10—560		3000	10	41	20	50
		620—$3{,}3\cdot 10^3$		2000				
		$3{,}6\cdot 10^3$—$6{,}8\cdot 10^3$		1000				
		$7{,}5\cdot 10^3$—$1{,}0\cdot 10^4$		500				

Продолжение табл. 5

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм			Допускаемая реактивная мощность, В·Ар
					H	*L*	*B*	
КСО-12	не нормируется	10—390		5000	12	46	27	75
		680—1,5·10³		3000				
		3,3·10³—3,9·10³		2000				
		6,8·10³—1,0·10⁴		1000				
		1,2·10⁴—1,8·10⁴		500				
КСО-13		10—390		6300	14	64	40	150
		330—1,8·10³		5000				
		1,5·10³—3,9·10³		3000				
		3,3·10³—1,0·10⁴		2000				
		1,2·10⁴—2,2·10⁴		1000				
		2,2·10⁴—4,7·10⁴		500				
КСГ-1	$\pm 100 \cdot 10^{-6}$,	470—4,7·10³	±2, ±5, ±10, ±20%,	1000	13	26	23	50
	не нормируется	470—1,8·10⁴	но не точнее ±1 пФ	500	13	26	23	50
КСГ-2		1,8·10⁴—2,7·10⁴	E24	1000	45	33	23	1000
		2,2·10⁴—1,0·10⁵		500	45	33	23	1000
СГМ-1		51—560		250	9,5	13	6	5
СГМ-2		620—1,2·10³		250	10	13	7	5
СГМ-3	$\pm 100 \cdot 10^{-6}$,	51—4,3·10³	±2, ±5, ±10, ±20%,	500	13,5	18	7,5	10
	не нормируется	100—3,0·10³	но не точнее ±1 пФ	1000	13,5	18	7,5	10
		100—1,5·10³	E24	1600	13,5	18	7,5	10
СГМ-4		1,6·10³—3,9·10³		1600	22	18	9	20
		3,3·10³—6,8·10³		1000	22	18	9	20
		4,7·10³—6,2·10³		500	22	18	9	20
		6,8·10³—1,0·10⁴		250	22	18	9	20
КСОТ-1	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	51—510	±2, ±5, ±10, ±20%,	250	4,6	13	7	5
КСОТ-2	$\pm 100 \cdot 10^{-6}$	100—1,2·10³	но не точнее ±1 пФ	500	5,5	18	11	10
КСОТ-5	$\pm 200 \cdot 10^{-6}$	470—3,3·10³	E24	500	6,5	20	20	20
КСОТ-6		3,6·10³—6,8·10³			9	20	20	20
КСОТ-7		100—1,5·10³		1000	9	27	16,5	25
КСОТ-8		1,6·10³—3,3·10³		1000	8,6	32	28,6	40
		3,6·10³—1,0·10⁴		1000	11	32	28,6	50
СГМЗ-А,	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	50—4,0·10³	±2 пФ (50—100 пФ)	350	13,5	20	7,5	10

СГМ3-Б	$\pm 200 \cdot 10^{-6}$	$4{,}005 \cdot 10^3$—$1{,}0 \cdot 10^4$	±3 пФ (103—499 пФ) ±5 пФ (105—1000 пФ) ±10 пФ (1005—3000 пФ) ±0,3; ±0,5; ±1% (3005—10000 пФ) Для СГМ3-А 50, 52, 54—100 103, 106, 109—499 105, 110, 115—4000 пФ Для СГМ3-Б 4005, 4010, 1015— 10000 пФ		22	20	9	20
К31У-3Е-1,	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	51—510	±2, ±5, ±10, ±20%, Е24	250	6,1	14	9	5
К31У-3Е-2,	$\pm 100 \cdot 10^{-6}$	100—$1{,}2 \cdot 10^3$		500	6,7	18	11	10
К31У-3Е-5	$\pm 200 \cdot 10^{-6}$	470—$3{,}3 \cdot 10^3$		500	6,5	20	20	20
		$3{,}6 \cdot 10^3$—$6{,}8 \cdot 10^3$		500	9	20	20	20
ОСГ-3	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$2 \times 5{,}0 \cdot 10^4$	±5; ±10%	500	39	56	23	100
ОСГ-4		$2 \times 1{,}0 \cdot 10^5$		500	46	56	23	100
ССГ-1	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	150—$5{,}0 \cdot 10^4$	±2, ±5%, но не точнее ±10 пФ От 150 до $10 \cdot 10^3$ пФ, т. е. 150, 153, 157, 160, 163, 167, 170, 173, 177 пФ, и т. д. ±1, ±2, ±5% Свыше $1{,}0 \cdot 10^3$ до $3{,}5 \cdot 10^3$ пФ, т. е. 1005, 1010, 1015, 1020, 1025, 1030, 1035 пФ и т. д. ±0,3, ±0,5, ±1, ±2, ±5% Свыше $3{,}5 \cdot 10^3$ до $1{,}0 \cdot 10^4$ пФ, т. е. 3505, 3510, 3515, 3520, 3525, 3530 пФ и т. д. Свыше $1{,}0 \cdot 10^4$ до $3{,}0 \cdot 10^4$ пФ, т. е.	350	35	40	10	—

Продолжение табл. 5

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм *H*	*L*	*B*	Допускаемая реактивная мощность, В·Ар
ССГ-2	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$5{,}0 \cdot 10^{4}$—$1{,}0 \cdot 10^{5}$	10010, 10020, 10030, 10040, 10050 пФ и т. д. Свыше $3{,}0 \cdot 10^{4}$ до $1{,}0 \cdot 10^{5}$ пФ, т. е. 30030, 30070, 30100, 30130, 30170, 30200, 30230 пФ и т. д.		60	40	100	—
ССГ-3	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$1{,}0 \cdot 10^{5}$—$2{,}0 \cdot 10^{5}$	Свыше $1{,}0 \cdot 10^{5}$ до $2{,}0 \cdot 10^{5}$ пФ, т. е. 100100, 100200, 100300, 100400, 100500 пФ и т. д.		60	40	20	—
СГО	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$1{,}0 \cdot 10^{3}$, $2{,}0 \cdot 10^{3}$ $3{,}0 \cdot 10^{3}$, $4{,}0 \cdot 10^{3}$ $1{,}0 \cdot 10^{4}$, $2{,}0 \cdot 10^{4}$ $3{,}0 \cdot 10^{4}$, $4{,}0 \cdot 10^{4}$	$\pm 0{,}25$; $\pm 0{,}5$%	250, 500	60	47	27	—
		$1{,}0 \cdot 10^{5}$; $2{,}0 \cdot 10^{5}$ $3{,}0 \cdot 10^{5}$; $4{,}0 \cdot 10^{5}$	$\pm 0{,}25$, $\pm 0{,}5$%	250 500	60	47	32	—
СГО-С	$\pm 40 \cdot 10^{-6}$	$1{,}0 \cdot 10^{5}$	$\pm 0{,}5$%	250	60	47	32	—
К31-9	$\pm 40 \cdot 10^{-6}$	$1{,}5 \cdot 10^{5}$; $9{,}0 \cdot 10^{4}$	± 4%	1800	69 45,5	40,5	30,5	—
К31-10	$\pm 33 \cdot 10^{-6}$	277—499 502—994 $1{,}0 \cdot 10^{3}$—$1{,}99 \cdot 10^{3}$ $2{,}0 \cdot 10^{3}$—$3{,}48 \cdot 10^{3}$ $3{,}5 \cdot 10^{3}$—$1{,}0 \cdot 10^{4}$	± 3 пФ ± 5 пФ ± 10 пФ $\pm 0{,}5$, ± 1% $\pm 0{,}25$, $\pm 0{,}5$, ± 1% Е192	100	15	17,2	4,7	—
К31П-4	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$ $\pm 200 \cdot 10^{-6}$	50—100 100—500	± 2 пФ, т. е. 50, 52, 54, 56 и т. д.	350	15	18	7	20
			± 3 пФ, т. е. 103, 106, 109 и т. д.	350	15	18	7	20

		100—1000	±5 пФ, т. е. 105, 110, 115 и т. д.	350	15	18	7	20
		1000—3500	±10 пФ, т. е. 1005, 1010, 1015 пФ и т. д.	350	15	18	7	20
		3500—10000	±0,3%, т. 3505, 3510, 3515 пФ и т. д.	350	22	18	8	40
		10000—30000	±0,3%, т. е. 10010, 10020, 10030 пФ и т. д.	350	32	36	10,5	120
		30000—100000	±0,5%, т. е. 30030, 30070, 30100 30130 пФ и т. д.	350	52	36	10,5	180
		100000—200000	±1%, т. е. 100100, 100200, 100300, 100400 пФ и т. д.	350	52	36	12,5	200
К31П-6	±70·10⁻⁶	100, 120, 150, 180, 220, 270, 330, 390	±5, ±10, ±20%	100	3	9,6	9,6	—
		470, 560	±2, ±5, ±10, ±20%	100	3	9,6	9,6	—
		680, 820, 1000	±1, ±2, ±5, ±10, ±20%	100	3	9,6	9,6	—
К31-11-1	±50·10⁻⁶	51—470	±2, ±5, ±10, ±20%	250	7	12	5	5
К31-11-2	(100 пФ и выше)	100—1,5·10³	Е24, Е12, Е6	500	11	17	6	10
К31-11-3	±100·10⁻⁶	750—1,0·10⁴		500	19	19	9	20
	±200·10⁻⁶							

запаянные с двух сторон металлическими колпачками (СГМ, СГМ3), капсула из эпоксидного компаунда (К31-11).

Слюдяные конденсаторы обладают малыми потерями и имеют относительно малые габаритные размеры. Емкость и тангенс угла потерь мало зависят от частоты и температуры. Повышенную стабильность емкости при изменении температуры и частоты имеют конденсаторы с серебреными обкладками (КСОТ, К13У-3Е).

В табл. 5 приведены основные характеристики слюдяных конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3 приложения.

КОНДЕНСАТОРЫ С ОРГАНИЧЕСКИМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Современные конденсаторы с органическим диэлектриком имеют широкий диапазон свойств и электрических характеристик: их емкость может составлять от десятков пикофарад до сотен микрофарад, а напряжение — от десятков вольт до сотен киловольт. Такой диапазон свойств обуславливается многообразием видов используемых диэлектриков и конструкций конденсаторов, а также особенностями технологии их изготовления.

К конденсаторам с органическим диэлектриком относятся бумажные, металлобумажные, пленочные, металлопленочные и комбинированные.

Диэлектриком в бумажных конденсаторах служит конденсаторная бумага, отличающаяся от обычной бумаги высокой чистотой, однородностью, плотностью и механической прочностью. Для повышения электрической прочности и диэлектрической проницаемости бумагу высушивают и пропитывают различными жидкими или отвердевающими полярными или неполярными составами. Для обкладок применяется алюминиевая фольга. Секция бумажного конденсатора состоит из нескольких слоев бумаги, наматываемых в рулон совместно с двумя слоями фольги.

В металлобумажных конденсаторах металлическая фольга заменена тонким слоем металла (тоньше 0,1 мкм), нанесенным на бумагу, предварительно покрытую микронным слоем этилцеллюлозного лака. В связи с этим металлобумажный конденсатор обладает свойством самовосстановления при пробое и появляется возможность использования однослойного диэлектрика, что резко снижает удельный объем и массу металлобумажных конденсаторов по сравнению с обычными бумажно-фольговыми.

Диэлектриком в пленочных конденсаторах служат тонкие пленки из органических синтетических высокомолекулярных веществ с большой механической и электрической прочностью. В конденсаторостроении применяют два основных типа синтетических пленок:

а) неполярные (с малыми потерями) — полистирол, полипропилен, политетрафторэтилен. Конденсаторы из этих пленок обычно имеют меньшие габаритные размеры в сравнении с бумажными и резко улучшенные электрические свойства. По тангенсу угла потерь и стабильности емкости они приближаются к слюдяным и высокочастотным керамическим конденсаторам. Характерная их особенность — возможность получения очень высокой постоянной времени и очень малого коэффициента абсорбции;

б) полярные (с большими потерями) — поликарбонат, полиэтилентерефталат, ацетат целлюлозы. Конденсаторы из этих пленок обычно имеют меньшие габа-

ритные размеры по сравнению с бумажными и отличаются повышенными постоянной времени и верхним пределом рабочей температуры.

Пленочные конденсаторы изготовляют намоткой из лент пленки и металлической фольги (или из лент металлизированной пленки). Металлизированные пленочные конденсаторы в отличие от однослойных металлобумажных имеют ограниченную способность к самовосстановлению.

В комбинированных конденсаторах в качестве диэлектрика используется комбинация синтетической пленки (обычно полярной), конденсаторной бумаги и пропитки. Электродами служит фольга или слой металлизации.

Комбинированные конденсаторы обладают повышенной по сравнению с бумажными конденсаторами электрической прочностью и надежностью. Поэтому комбинированный диэлектрик широко используется в высоковольтных, импульсных и накопительных конденсаторах.

Для конденсаторов с органическим диэлектриком характерны два конструктивных варианта исполнения: для небольших односекционных конденсаторов низкого напряжения с емкостью не более 1 мкФ используют цилиндрические секции, помещаемые, как правило, в цилиндрические металлические корпуса; конденсаторы больших напряжений и емкости собирают из плоскопрессованных секций, соединяемых параллельно или последовательно, а иногда и последовательно-параллельно и помещаемых в прямоугольные корпуса.

БУМАЖНЫЕ (К40, К41) И МЕТАЛЛОБУМАЖНЫЕ (К42) КОНДЕНСАТОРЫ

Бумажные конденсаторы (с фольговыми обкладками) предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего напряжений, а также для импульсных режимов (рис. 13). Металлобумажные конденсаторы используются в тех же цепях, что и бумажные конденсаторы. По конструкции они аналогичны бумажным.

По значению номинального напряжения принято подразделять бумажные конденсаторы на низковольтные (К40) с номинальными напряжениями ниже 2 кВ и высоковольтные (К41) с напряжениями 2 кВ и выше. По способу защиты от влаги выпускают герметизированные и уплотненные конденсаторы. Конструктивно конденсаторы выполняют в стальных (иногда керамических КБГ-И), цилиндрических (БМ-2, К40У-9) или прямоугольных (БГТ, К40У-5, КБГ, К41-1) корпусах со стеклопрессованными или керамическими изоляторами. В конденсаторах БМ-2 и БМТ-2 алюминиевые цилиндрические корпуса с торцов уплотнены с помощью эпоксидной смолы или резиновых прокладок.

У металлобумажных конденсаторов (К42) роль обкладок выполняет тонкий слой металла.

Все конденсаторы с бумажным диэлектриком — конденсаторы с большими потерями (имеют тангенс угла потерь около $100 \cdot 10^{-4}$ и выше), что ограничивает возможность их применения на высоких частотах.

В табл. 6 приведены основные характеристики бумажных и металлобумажных конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П13 приложения.

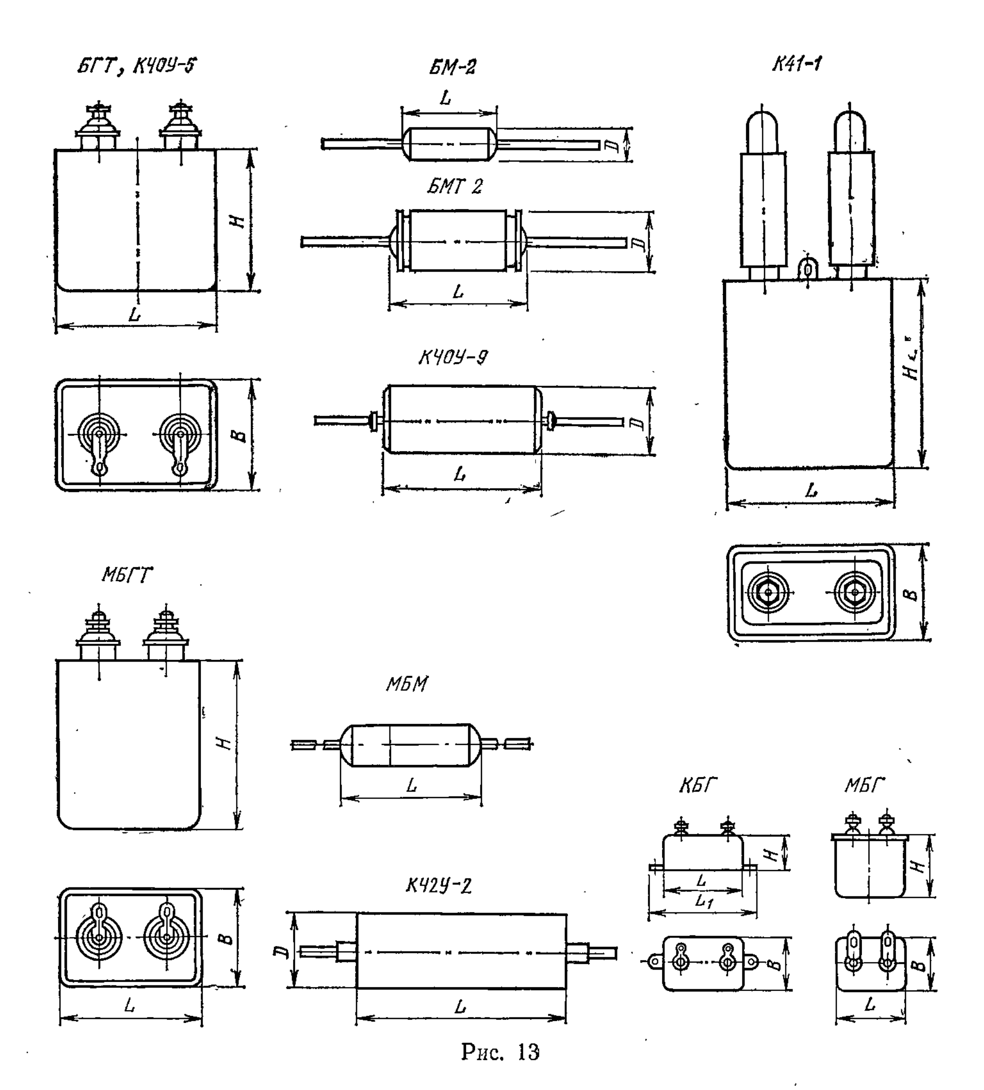


Рис. 13

ПЛЕНОЧНЫЕ ПОЛИСТИРОЛЬНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К70, К71)

Полистирольные конденсаторы (рис. 14) могут работать на постоянном токе, на токах высокой частоты и в импульсных режимах.

Полистирольные конденсаторы принадлежат к конденсаторам с малыми потерями (тангенс угла потерь не более $5 \cdot 10^{-4}$), имеют очень высокое сопротивление изоляции (до 10^5 МОм), низкий коэффициент абсорбции электрических зарядов (0,01—0,1%) и отличаются высокой стабильностью электрических параметров. Значение ТКЕ у фольговых конденсаторов составляют $(-60 \div -200) \times \times 10^{-6}$, $(-60 \div -150) \cdot 10^{-6}$ 1/град у металлопленочных.

Выпускают конденсаторы с фольговыми обкладками и конденсаторы, в которых обкладки выполнены в виде тонкого слоя металла, нанесенного на пленочный диэлектрик (металлопленочные). Металлопленочные конденсаторы по

Таблица 6

Конденсатор	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размеры, мм D (H)	L	B
КБГ	200	$3{,}3\cdot 10^{3}$—$2{,}5\cdot 10^{5}$	±5; ±10; ±20	7,5—14	15—45	—
		$3\cdot 10^{5}$—10^{7}		(18—108)	46—69	26—51
	400	$1{,}5\cdot 10^{3}$—$2{,}5\cdot 10^{5}$		7,5—17	18—50	—
		10^{6}—$8\cdot 10^{6}$		(58—108)	49—69	26—60
	600	$4{,}7\cdot 10^{2}$—$1{,}5\cdot 10^{5}$		7,5—17	15—50	—
		$2{,}5\cdot 10^{5}$—$6\cdot 10^{6}$		(18—69)	49—69	26—60
	1000	10^{5}—$4\cdot 10^{6}$		(18—108)	49—69	26—60
	1500	$2{,}5\cdot 10^{5}$—$2\cdot 10^{6}$		(58—108)	49—69	26—60
БГТ	200	10^{4}—10^{7}	±5; ±10; ±20	(30—112)	30—65	30—60
	400	$2{,}5\cdot 10^{5}$—$8\cdot 10^{6}$		(30—112)	30—65	25—70
	600	$2{,}5\cdot 10^{5}$—$6\cdot 10^{6}$		(30—112)	30—65	30—70
	1000	10^{4}—$4\cdot 10^{6}$		(30—112)	30—65	17—80
	1500	10^{5}—$2\cdot 10^{6}$		(54—112)	45—65	17—60
БМ-2	160	$3{,}3\cdot 10^{4}$—$4{,}7\cdot 10^{4}$	±5; ±10; ±20	7,5	24	—
	200	$3{,}3\cdot 10^{3}$—$2{,}2\cdot 10^{4}$		5—6	20—24	—
	300	$4{,}7\cdot 10^{2}$—$2{,}2\cdot 10^{3}$	Е6	5	20	—
БМТ-2	400	$4{,}7\cdot 10^{2}$—$2{,}2\cdot 10^{5}$	±5; ±10; ±20	6—16	24—47	—
	630	10^{3}—$2{,}2\cdot 10^{4}$	Е6	6—12	24—26	—
БМТ	400	$4{,}7\cdot 10^{2}$—$2{,}2\cdot 10^{5}$	±5; ±10; ±20 Е6	6—16	24—47	—
БМТ	600	10^{3}—$2{,}2\cdot 10^{4}$	±5; ±10; ±20 Е6	7—12	26	— —
КБП-Р проходные на 10 А	125	$4{,}7\cdot 10^{4}$—10^{5}	±10; ±20	10—14	50—60	—
	250	$2{,}2\cdot 10^{4}$—$4{,}7\cdot 10^{4}$		10—14	50—60	—
	500	$2{,}2\cdot 10^{4}$		14	60	
КБП-Ф	125 (20 А)	10^{5}—10^{6}	±10; ±20 Е6	14—24	47—71	—
КБП-С проходные на 20, 40, 70 А	250 (20 А)	$2{,}2\cdot 10^{5}$—$4{,}7\cdot 10^{5}$		20—24	56—71	—
	500 (20 А)	$2{,}2\cdot 10^{4}$—$2{,}2\cdot 10^{5}$		14—24	47—71	—
	1000 (20 А)	$2{,}2\cdot 10^{4}$—10^{5}		20—24	56—80	—
	1600 (20 А)	$2{,}2\cdot 10^{5}$—$4{,}7\cdot 10^{5}$		20—24	73—85	—
	125 (40 и 70 А)	10^{5}—$2\cdot 10^{6}$		20—24	90—125	—
	500 (40 и 70 А)	$2{,}2\cdot 10^{4}$—10^{6}		20—24	90—125	—
	1000 (40 и 70 А)	$2{,}2\cdot 10^{4}$—$4{,}7\cdot 10^{5}$		20—24	90—125	—
	1600 (40 и 70 А)	$2{,}2\cdot 10^{4}$—$2{,}2\cdot 10^{5}$		24, 40	116—125	—
К3 защитные	250	$2{,}2\cdot 10^{5}$—10^{6}	±10; ±20	20—34	85—111	—
	500	10^{5}—10^{6}		20—40	85—111	—
	1000	10^{5}—$4{,}7\cdot 10^{5}$		24—40	104—111	—
	1600	10^{5}—$2{,}2\cdot 10^{5}$		24—40	104—111	—
К40П-1	400	$3{,}9\cdot 10^{3}$—$2{,}5\cdot 10^{5}$	±5; ±10; ±20	9—18,8	25—45	—
	600	$4{,}7\cdot 10^{2}$—$3\cdot 10^{4}$		7—12,8	25	—
К40П-2	400	10^{3}—$4{,}7\cdot 10^{4}$	±5; ±10; ±20 Е6	6—11	19	
К40У-5	600	$2{,}5\cdot 10^{5}$—$6\cdot 10^{6}$	±10; ±20	(30—112)	30—65	30—50
	1000	10^{4}—$4\cdot 10^{6}$		(30—112)	30—65	17—80
	1500	10^{5}—$2\cdot 10^{6}$		(54—112)	45—65	17—60

Окончание табл. 6

Конденсатор	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размеры, мм D (H)	L	B
К40У-9	200	$4{,}7\cdot10^{2}$—10^{6}	±10; ±20	5—20	18—52	—
	400	$4{,}7\cdot10^{3}$—$6{,}8\cdot10^{5}$	Е6	6—20	18—62	—
	630	$4{,}7\cdot10^{2}$—$4{,}7\cdot10^{5}$		6—20	18—62	—
	1000	10^{3}—$2{,}2\cdot10^{5}$		10—20	22—52	—
К41-1	2500	10^{4}—$20\cdot10^{6}$	±5; ±10; ±20	(40—245)	45—210	17—105
	4000	10^{4}—$20\cdot10^{6}$		(40—280)	45—270	17—175
	6300	10^{4}—10^{6}		(55—155)	65—105	30—120
	10000	10^{4}—$6\cdot10^{6}$		(90—340)	85—295	50—230
	16000	10^{4}—$2\cdot10^{6}$		(100—340)	105—295	60—230
	25000	10^{4}—$5\cdot10^{6}$		(110—305)	105—270	60—150
	40000	10^{4}—10^{5}		(125—175)	140—210	85—130
КМБП для печатного монтажа	30	$5\cdot10^{4}$—10^{6}	±10; ±20	(10—22)	11—22	11
МБГ	160	10^{6}—$3\cdot10^{7}$	±5; ±10; ±20	(25—50)	31—46	11—61
	200	$5\cdot10^{5}$—$2{,}5\cdot10^{7}$		(25—50)	31—46	11—61
		$2{,}2\cdot10^{5}$—10^{6}		11,5—18,5	38	—
	250	10^{6}—10^{7}		(25—50)	31—46	25—56
	400	$2{,}5\cdot10^{6}$—10^{7}		(25—50)	31—46	11—66
	400	$2{,}2\cdot10^{5}$—$5\cdot10^{5}$		11,5—18,5	38—50	—
	500	10^{6}—10^{7}		(18—78,5)	46	21—51
	630	10^{5}—10^{7}		(25—112)	31—69	11—47
		$2{,}2\cdot10^{4}$—10^{5}		11,5—18,5	38—50	—
	1000	$5\cdot10^{5}$—10^{7}		(50—112)	46—69	16—64
		$5\cdot10^{4}$—$4{,}7\cdot10^{5}$		15,5—18,5	38	—
	1600	$2{,}5\cdot10^{5}$—10^{7}		(50—100)	46—69	16—107
МБГО	160	$2\cdot10^{6}$—$3\cdot10^{7}$	±10; ±20	(25—50)	31—46	16—41
	300	10^{6}—$3\cdot10^{7}$		(25—50)	31—46	11—56
	400	10^{6}—$2\cdot10^{7}$		(25—50)	31—46	16—61
	500	$5\cdot10^{5}$—$2\cdot10^{7}$		(25—50)	31—46	11—76
	630	$2{,}5\cdot10^{5}$—10^{7}		(25—50)	31—46	11—56
МБГТ	160	10^{6}—$2\cdot10^{7}$	±5; ±10; ±20	(30—54)	30—45	17—80
	300	$5\cdot10^{5}$—10^{7}		(30—54)	30—45	17—65
	500	$2{,}5\cdot10^{5}$—10^{7}		(30—112)	30—65	17—45
	750	10^{5}—10^{7}		(30—112)	30—65	17—65
	1000	10^{5}—10^{7}		(30—112)	30—65	30—105
МБГЧ частотные	250	$5\cdot10^{5}$—10^{7}	±10; ±20	(25—50)	31—46	16—61
	500	$2{,}5\cdot10^{5}$—$4\cdot10^{6}$		(25—115)	31—69	16—34
	750	$2{,}5\cdot10^{5}$—$2\cdot10^{6}$		(50—115)	46—69	21—39
	1000	$2{,}5\cdot10^{5}$—10^{6}		(50—115)	46—69	31—39
МБМ	160	$5\cdot10^{4}$—10^{6}	±10; ±20	6—14	17—30	—
	250	$5\cdot10^{4}$—10^{6}		8,5—18	21—47	—
МБМ	500	$2{,}5\cdot10^{4}$—$5\cdot10^{5}$	±20; ±10	8,5—16	21—47	—
	750	10^{4}—$2{,}5\cdot10^{5}$		8,5—16	21—47	—
	1000	10^{4}—10^{5}		8,5—16	34	—
	1500	$5{,}1\cdot10^{3}$—10^{5}		8,5—20	34—47	—
К42У-2	160	$4{,}7\cdot10^{4}$—10^{6}	±10; ±20	6—14	24—36	—
	250	$4{,}7\cdot10^{4}$—10^{6}	Е6	8—16	24—50	—
	400	$3{,}3\cdot10^{4}$—$4{,}7\cdot10^{5}$		9—14	24—50	—
	630	$1{,}5\cdot10^{4}$—$2{,}2\cdot10^{5}$		7—16	24—36	—
	1000	10^{4}—$2{,}2\cdot10^{5}$		8—18	36—50	—
	1600	$4{,}7\cdot10^{3}$—10^{5}		8—18	36—50	—
К42-4	160	10^{6}—$2\cdot10^{7}$	±5; ±10; ±20	(30—54)	30—45	17—80
	300	$5\cdot10^{5}$—10^{7}		(30—54)	30—45	17—65
	500	$5\cdot10^{5}$—$4\cdot10^{6}$		(30—54)	30—45	30—60
К42П-5	40	10^{4}—10^{6}	±10	6—16	23—50	—
		$4\cdot10^{6}$—$3\cdot10^{7}$		(50—75)	46	16—61

Таблица 7

Тип конденсатора	Номинальное напряжение, В	Пределы номинальных емкостей, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размеры, мм D (H)	L	B
		Конденсаторы с фольговыми обкладками				
МПС	1500	$1{,}5\cdot10^5$—$3\cdot10^5$	±4	32—44,4	64—67,5	—
ПМ	60	10^2—10^4	±5; ±10; ±20 Е24	3,4—10	9—24	—
ПО	300	51—$3\cdot10^4$	±5; ±10; ±20	12—24	31—49	—
ПОВ	10000	390	±20	20	40	—
	15000	390		21	40	—
	18000	120		11	35	—
ОППТ	50	10^5—$2{,}5\cdot10^5$	+100 ÷ —10	20—28	100—105	—
К70-3	16000	$1{,}3\cdot10^2$—$2\cdot10^3$	±20	15—17	23—80	
К70-4	1600	$2{,}5\cdot10^4$—$5\cdot10^4$	±5	(76—114)	46—66	31—61
К70-6	35	$1{,}8\cdot10^4$—10^5	±5; ±10; ±20 Е12	8—33	23—33	—
К70-6	63	22—$1{,}5\cdot10^4$	±5; ±10; ±20 Е12	4—8	12—18	—
К70-7	100	10^4—$5\cdot10^5$	±10 пФ; ±0,3;	(20—35)	25—50	12,5—25
	250	10^3—$1{,}34\cdot10^5$	±0,5; ±1; ±2	(20—35)	25—50	12,5—25
	350	$1{,}5\cdot10^2$—$1{,}75\cdot10^5$	3Е	(36—61)	4	10—20
К70-8	63	$5\cdot10^3$—$2\cdot10^5$	±0,5; ±1; ±2; ±5	11	19, 29	—
	250	10^3—$7\cdot10^4$	3Е	11	19, 29	—
		Конденсаторы с металлизированными обкладками				
МПО	250	$2{,}5\cdot10^5$—$5\cdot10^5$	±5; ±10; ±20	(50—75)	46—66	31—81
	400	$3\cdot10^3$—$2{,}5\cdot10^5$	Е6	6—23	21—62	—
	600	10^3—10^5		6—23	21—62	—
МПГЦ	500	$3\cdot10^3$—$2\cdot10^4$	±2; ±5; ±10	10—18	30	—
	1000	$3\cdot10^3$—10^4	Е24	13—18	30	—
МПГП	250	$2{,}5\cdot10^5$—$2\cdot10^6$	±2; ±5; ±10	(50—75)	46—66	31—81
	500	$2{,}5\cdot10^4$—10^5	Е8	(31—35)	31—46	21—26
	1000	$1{,}5\cdot10^4$—$5\cdot10^4$		(31—35)	31—46	21—26
МПГО	160	$4\cdot10^6$—10^7	±5; ±10; ±20	(31—75)	31—66	26—104
	250	10^6—$2\cdot10^6$		(31—75)	31—66	26—104
	400	$5\cdot10^5$—10^6		(31—75)	31—66	26—104
	600	10^5		(75)	66	104
К71-4	160	$1{,}2\cdot10^6$—10^7	±2; ±5; ±10; ±20	25—45	63—85	—
	250	10^4—10^6	Е12	6—22	21—48	—
К71-5	160	10^4—10^6	±2; ±5; ±10 Е12	6—30	19,5	—
К71-6	250 (вариант «а»)	330—10^4	±5; ±10; ±20	5—12	14	—
	300	5,1—300	Е24	4—7	10	—
	200 (вариант «б»)	$1{,}21\cdot10^4$—$2\cdot10^5$	±0,5; ±1; ±2; ±5; ±10	(21—42)	26, 42	11—21
	250	$6{,}12\cdot10^2$—$1{,}2\cdot10^4$		(12—19)	16	6—10
	300	100—604	Е192	(12—16)	10	6—8
К71-7	250	10^3—$0{,}5\cdot10^6$	±1; ±2; ±5 ±0,5 (для $C_н \geqslant 5000$ пФ) Е192	(14—32)	10—26	7—16
К71-8	63	22—10^5	±5; ±10; ±20 ±2 (для $C_н \geqslant 1200$ пФ) Е12	5—13	14—36	—

габаритным размерам меньше, чем фольговые, но их электрические характеристики ниже.

В зависимости от конструктивного исполнения выпускают конденсаторы цилиндрические открытой (незащищенной) конструкции, уплотненные в алюминиевом цилиндрическом корпусе и герметизированные в металлическом прямоугольном корпусе.

В табл. 7 приведены основные характеристики пленочных полистирольных конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П1? приложения.

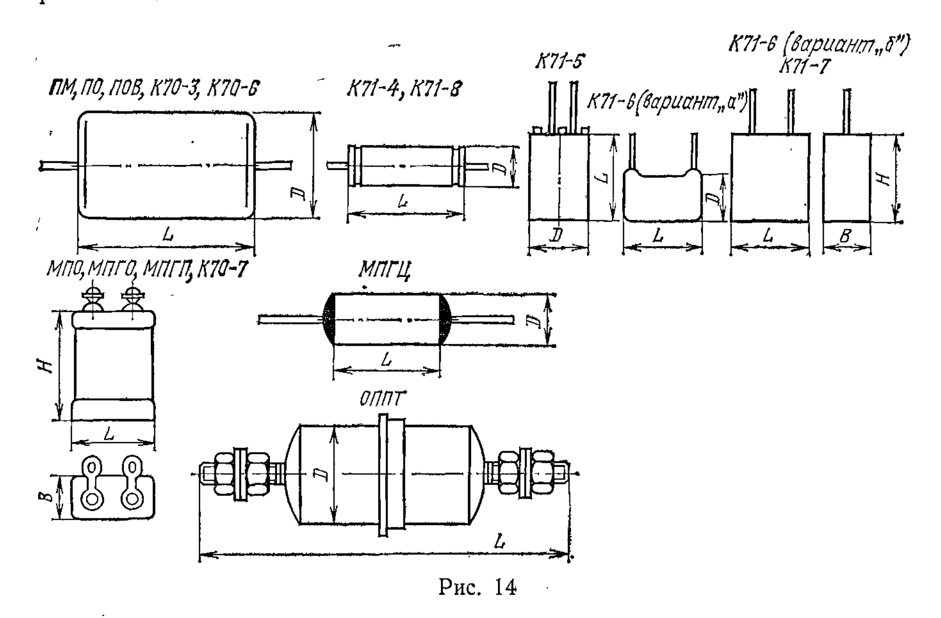


Рис. 14

ПЛЕНОЧНЫЕ ФТОРОПЛАСТОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К72)

Фторопластовые конденсаторы (рис. 15) предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и пульсирующего токов, в импульсных режимах. В основном они используются в высокочастотных цепях, а также в качестве дозиметрических конденсаторов. По электрическим характеристикам они близки к полистирольным, но отличаются повышенной нагревоустойчивостью (до +200° С).

В интервале температур от —60 до +200° С у конденсаторов с фольговыми обкладками ТКЕ≈—200·10⁻⁶ 1/град, у металлопленочных ТКЕ⩽—360·10⁻⁶ 1/ /град. Емкость этих конденсаторов практически не зависит от частоты вплоть до десятков мегагерц.

В зависимости от конструктивного исполнения конденсаторы выпускают в сварном цилиндрическом металлическом корпусе (рис. 15,*а*, *б*) и в алюминиевом корпусе с фторопластовым уплотнением по торцам (рис. 15,*в*).

В табл. 8 приведены основные характеристики пленочных фторопластовых конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

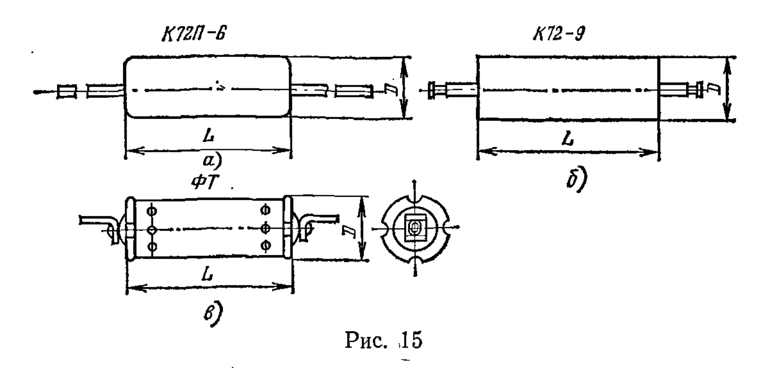


Рис. 15

Таблица 8

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размеры, мм	
				D	L
ФТ	200	$5{,}6\cdot10^{2}$—$4{,}7\cdot10^{5}$	±5; ±10; ±20	6—30	14—73
	600	$5{,}6\cdot10^{2}$—$2{,}2\cdot10^{5}$	E24	6—30	14—73
К72П-6	200	$4{,}7\cdot10^{2}$—10^{6}	±5; ±10; ±20	7—60	20—100
	500	$4{,}7\cdot10^{2}$—$4{,}7\cdot10^{5}$	E12	8—60	20—80
	1000	$4{,}7\cdot10^{2}$—$4{,}7\cdot10^{5}$		12—60	34—110
	1600	$4{,}7\cdot10^{2}$—$5{,}6\cdot10^{4}$		14—36	34—80
К72-9	200	$1{,}5\cdot10^{6}$—$2{,}2\cdot10^{6}$	±5; ±10; ±20	36; 42	100
	300	$4{,}7\cdot10^{5}$—10^{6}	E12	32—34	60—80
	500	10^{4}—$3{,}3\cdot10^{5}$		9—26	32—60

ПЛЕНОЧНЫЕ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К73, К74)

Полиэтилентерефталатные (лавсановые) конденсаторы (рис. 16) предназначены для работы в электрических цепях постоянного и пульсирующего токов и в импульсных режимах. Они характеризуются относительно большими потерями (тангенс угла потерь $(80—100)\cdot10^{-4}$ при $+20°$ С) и большим коэффициентом абсорбции ($K_а\approx0{,}2\div0{,}8$). Могут применяться в тех же цепях, где используются бумажные и металлобумажные конденсаторы. Полиэтилентерефта-

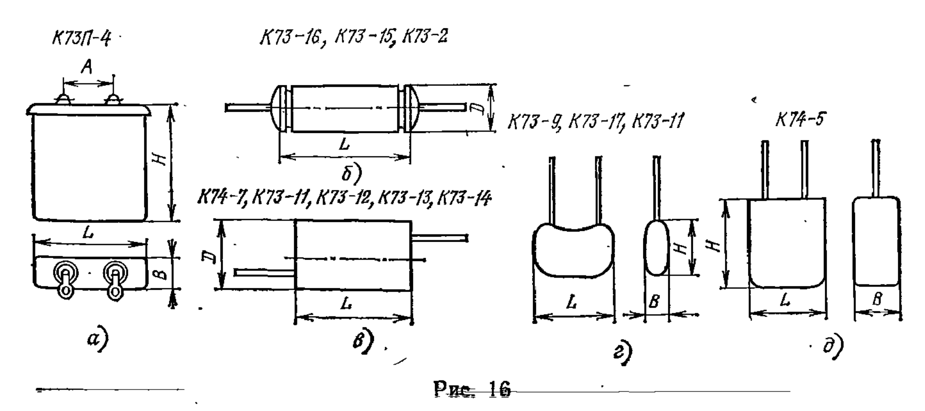


Рис. 16

Таблица 9

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размер, мм D (H)	L	B
ПМГП	100	(5, 10, 15)·10^6	±5; ±10	(50)	46	11 и 56
КМПМ (К74П-4) микромодульные	160	10^3—10^4	±10; ±20	($h<2,7$)	—	—
К73П-2	400	2,2·10^3—6,8·10^5	±5; ±10; ±20	6—18	20—52	—
		5·10^5—1,5·10^6		(25—50)	31—46	16—86
	630	10^3—4,7·10^5	Е6	6—22	20—52	—
		2,5·10^5—10^7		(25—113)	31—46	21—66
	1000	4,6·10^3—3,3·10^5		9—24	28—52	—
		5·10^5—10^7		(50—140)	46—86	18—46
К73П-3	160	5·10^4—10^6	±10; ±20	(10, 22)	11, 22	11
К73П-4	250	5·10^5—15·10^6	±1	(25—50)	31—46	16—86
К73-5	250	10^3—2,2·10^6	±10; ±20	(7—16,5)	3—8	9—15
К73-6	160	10^5	±5; ±10; ±20	6	15	—
К73-8	200	4·10^6	±20	30	30	30
К73-9	100	10^3—4,7·10^5	±5; ±10; ±20	(6—18)	12—24	4—13
	200	2,7·10^3—3,3·10^5	Е12	(6—20)	13—24	4—15
	400	10^3—1,5·10^5		(6—18)	13—24	4—13
	630	4,7·10^2—10^5		(6—20)	13—24	4—15
К73-11	160	2,7·10^6—6,8·10^6	±5; ±10; ±20	14—22	44	—
	250	4,7·10^4—2,2·10^6	Е12	7—17	13—30	—
	400	2,2·10^4—10^6		7—15	13—30	—
	630	10^3—4,7·10^5		6—16	13—30	—
К73-12	30 кВ	3·10^3	±20	25	85	—
	10 кВ	4,7·10^3—2,2·10^4		15, 20	25, 45	—
К73-13	10 кВ	2,2·10^3	±10	15	25	—
К73-14	4 кВ	3,3·10^3—10^5	±5; ±10; ±20	9—26	25, 45	—
	10 кВ	2,2·10^3—2,2·10^4		17—25	25—65	—
	16 кВ	4,7·10^2—10^4	Е6	14—27	25—65	—
	25 кВ	4,7·10^2—3,3·10^3		14—25	45, 65	—
К73-15	100	4,7·10^3—3,3·10^5	±5; ±10; ±20	6—14	16—32	—
	160	4,7·10^3—3,3·10^5	Е6	5—14	16—40	—
	250	3,3·10^3—2,2·10^5		5—14	16—40	—
	400	2,2·10^3—2,2·10^5		5—16	16—40	—
	630	4,7·10^2—1,5·10^5		5—16	16—40	—
К73-16	63	10^5—2,2·10^7	±5; ±10; ±20	6—22	18—48	—
	100	10^5—1,2·10^7		7—22	18—48	—
	160	4,7·10^4—6,8·10^6	Е12	7—20	18—48	—
	250	4,7·10^4—2,2·10^6		8—16	18—48	—
	400	2,2·10^4—10^6		8—13	18—48	—
	630	10^4—4,7·10^5		7—13	18—48	—
	1000	10^4—2,2·10^5		7—16	34—48	—
	1600	4,7·10^3—10^5		7—16	34—48	—
К73-18 проходные	30	2,7·10^5	±10; ±20	Резьба М8	23	—
К73-20	630	5,1·10^3	±10	7	21	—
К73-24	100	3,3·10^4—2,7·10^5	±10; ±20	(9,5)	13	7,1
	100	10^4—2,7·10^5		(6—10)	3—8,5	2,5—4,5
	250	10^3—2,7·10^4	Е6	(9,5)	11	5
	250	10^3—8,2·10^3		(5)	8,5	2,5
К73-22	630	10^4—4,7·10^4	±5; ±10; ±20	6—9	8—20	—
К74-5	50	10^3—2,2·10^5	±10; ±20 Е6	(13,5; 17)	5—16,5	2,3—10,5
К74-6	5 кВ	5,1·10^3	±10	30	82	—
К74-7	16 кВ	150; 390	±20	8, 11	25	—

латные конденсаторы выгодно отличаются от бумажных более широким интервалом рабочих температур (до +85, +125° С), высокой стабильностью электрических характеристик во времени, устойчивостью к различного рода воздействиям.

По конструкции эти конденсаторы могут быть с фольговыми — фольговые (К74) и с металлизированными обкладками — металлопленочные (К73), одно- и многослойные, герметичные и уплотненные.

Конденсаторы выпускают в сварном металлическом корпусе (рис. 16,*а*), в алюминиевом корпусе с заливкой торцов эпоксидным компаундом (рис. 16,*б*), обернутые липкой лентой и уплотненные с торцов эпоксидным компаундом (рис. 16,*в*), окукленные эпоксидным компаундом (рис. 16,*г, д*).

В табл. 9 приведены основные характеристики пленочных полиэтилентерефталатных конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

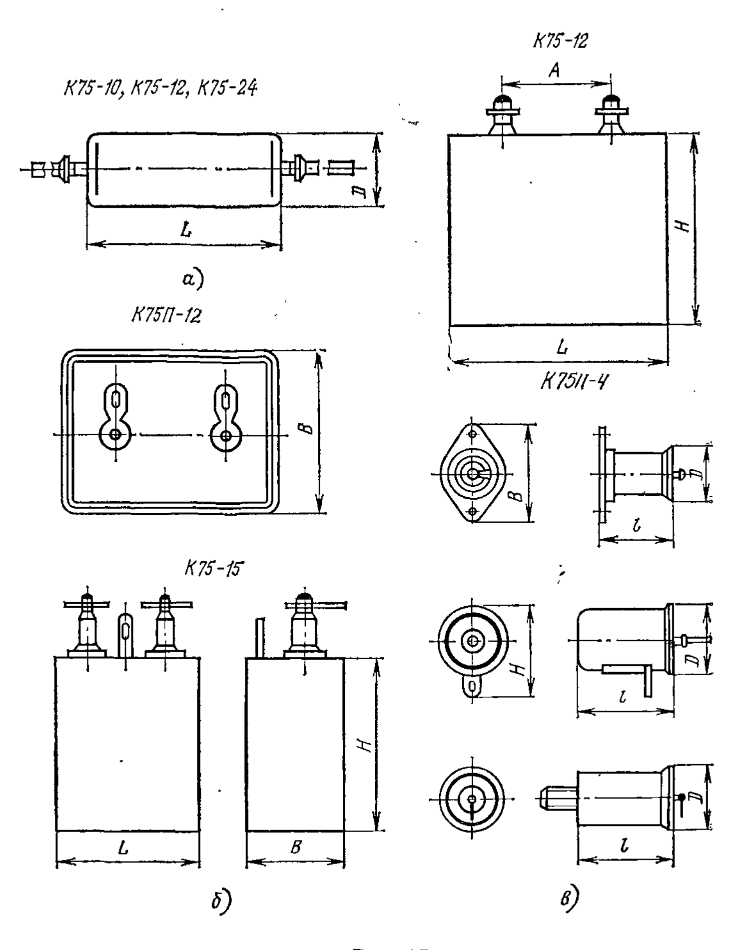


Рис. 17

Таблица 10

Тнп	Номинальное напряжение, В	Номнинальная емкость, пФ	Допускаемое отклоненне, % Ряд емкостей	Размер, мм		
				D (H)	L	B
ПКГИ импульсные	1000	10^5—$2\cdot10^6$	±5; ±10; ±20	(54—115)	45—65	20—70
	3000	$2,2\cdot10^3$—10^6		(54—180)	45—110	17—90
	5000	10^3—$5\cdot10^4$		(54—115)	45—65	17—45
	10000	$2\cdot10^3$—$2,5\cdot10^4$		(54—115)	60—80	45—75
	16000	$2\cdot10^3$—$2,5\cdot10^4$		(115—180)	65—110	35—70
	25000	$3\cdot10^3$—$2,5\cdot10^4$		(115—180)	80—110	65—90
	40000	$3\cdot10^3$; $5,1\cdot10^3$		(145; 180)	110	85; 90
	50000	10^4; $2,5\cdot10^4$		(180; 320)	220; 205	110; 140
ПКГТ	3000	10^4—$5\cdot10^4$	±5; ±10; ±20	16—21	52—82	—
		10^5—$2\cdot10^6$		(54—115)	45—65	20—85
	5000	10^3—$5\cdot10^4$		16—21	42—82	—
		$2,5\cdot10^4$—$2\cdot10^6$		(54—145)	45—85	17—110
	10000	10^4; $2,5\cdot10^4$		40	75; 126	—
		$5\cdot10^4$—$5\cdot10^5$		(115—145)	65—120	30—85
	15000	10^4		40	126	—
		$2,5\cdot10^4$—$2,5\cdot10^5$		(115—145)	65—140	30—85
	20000	10^4		47	126	—
		$5\cdot10^4$; 10^5		145	85; 110	60; 85
К75П-4 проходные	250	$4,7\cdot10^4$—$2,2\cdot10^5$	±20	11—23	61—88	—
	500	$2,2\cdot10^4$—10^5		11—29	61—98	—
	750	$4,7\cdot10^4$—$4,7\cdot10^5$		15—29	69—98	—
	1000	$2,2\cdot10^4$—$2,2\cdot10^5$		15—29	69—98	—
К75-10 частотные	250 ($U_{действ}$)	10^5—10^7	±5; ±10; ±20	9—48	38—95	—
	500 ($U_{действ}$)	10^5—$3,3\cdot10^6$		16—48	62—115	—
	750 ($U_{действ}$)	10^5—$1,5\cdot10^6$	E6	22—50	62—115	—
	1000 ($U_{действ}$)	10^5—10^6		22—55	90—115	—
К75-12	400	$3,3\cdot10^3$—$4,7\cdot10^5$	±5; ±10; ±20	6—20	18—52	—
		10^6—10^7		(49; 112)	45; 65	25—80
	630	10^3—$3,3\cdot10^5$		6—20	18—62	—
		10^6—$8\cdot10^6$		(49; 112)	45; 65	35—80
	1000	$2,2\cdot10^3$—$2,2\cdot10^5$		10—20	22—52	—
		$5\cdot10^5$—$6\cdot10^6$		(49; 112)	45; 65	25—95
	1600	10^4—10^5		14—20	30—52	—
		$2,5\cdot10^5$—$4\cdot10^6$		(54; 112)	45; 65	25—80
К75-15	3000	10^5—10^7	±5; ±10; ±20	(54—150)	45—85	20—180
	5000	$5,1\cdot10^4$—$4\cdot10^6$		(54—150)	45—85	20—160
	10000	$5,1\cdot10^4$—10^6		(74—140)	65—85	45—140
	16000	$2,4\cdot10^4$—10^6		(74—310)	65—150	60—130
	25000	$2,4\cdot10^4$—$5\cdot10^5$		(115—350)	100—150	65—130
	40000	10^4—10^5		(115—220)	140—150	85—130
	50000	$5,1\cdot10^3$—$2,4\cdot10^4$		(115—240)	140	85
К75-24	400	10^5—$4,7\cdot10^6$	±5; ±10; ±20	8—34	36—55	—
		$4\cdot10^6$—10^7		(54)	45	20—45
	630	10^5—$4,7\cdot10^6$		9—32	36—95	—
		$4\cdot10^6$—10^7		(74)	45	25—55
	1000	10^5—$2,2\cdot10^6$		14—32	38—95	—
		$4\cdot10^6$—10^7		(74)	65	30—65
	1600	10^5—$1,5\cdot10^6$		14—32	52—95	—
		$2\cdot10^6$—10^7		(74, 112)	65	25—65

КОМБИНИРОВАННЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К75)

Комбинированные конденсаторы (рис. 17) предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего напряжений, а также в импульсных режимах. Комбинированные конденсаторы относятся к конденсаторам с большими потерями.

Они характеризуются повышенной по сравнению с бумажными конденсаторами электрической прочностью, теплостойкостью и стабильностью электрических характеристик в процессе длительной эксплуатации.

Конструктивно конденсаторы выполнены в стальных корпусах: конденсаторы малых габаритных размеров — в корпусах цилиндрической формы со стеклопрессованными проходными изоляторами (рис. 17,*а*, *в*), больших — в прямоугольных корпусах со стеклокерамическими изоляторами (рис. 17,*б*).

В табл. 10 приведены основные характеристики комбинированных конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

ЛАКОПЛЕНОЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К76)

Лакопленочные конденсаторы (рис. 18) предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего напряжения. Они могут применяться в тех цепях электрических устройств, где используются бумажные, металлобумажные и полиэтилентерефталатные конденсаторы, обеспечивая меньшие габаритные размеры и массу, но при несколько сниженном сопротивлении изоляции.

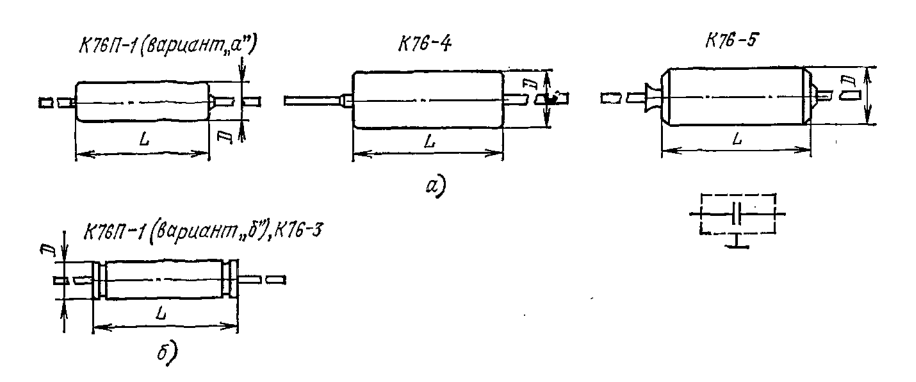


Рис. 18

Лакопленочные конденсаторы — конденсаторы с большими потерями, поэтому они находят применение в низкочастотных цепях радиоаппаратуры.

Конструктивно конденсаторы изготовляют герметичной конструкции в стальном цилиндрическом корпусе со стеклопрессованными изоляторами (рис. 18,*а*) и уплотненной конструкции в алюминиевом цилиндрическом корпусе с заливкой торцов эпоксидной смолой (рис. 18,*б*).

В табл. 11 приведены основные характеристики лакопленочных конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

Таблица 11

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размеры, мм	
				D	L
К76П-1	63	$4{,}7\cdot10^5$—$2{,}2\cdot10^7$	±5; ±10; ±20 E6	7—22	32—48
К76-3	250	10^5—10^7	±5; ±10; ±20 E12	6—30	32; 48
К76-4	25	$4{,}7\cdot10^5$—10^7	±5; ±10; ±20 E12	6—12	19—45
К76-5	25	$4{,}7\cdot10^5$—10^7	±5; ±10; ±20 E12	5—10	22; 28

ПЛЕНОЧНЫЕ ПОЛИКАРБОНАТНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К77)

Поликарбонатные конденсаторы (рис. 19) предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного, пульсирующего токов и в импульсных режимах.

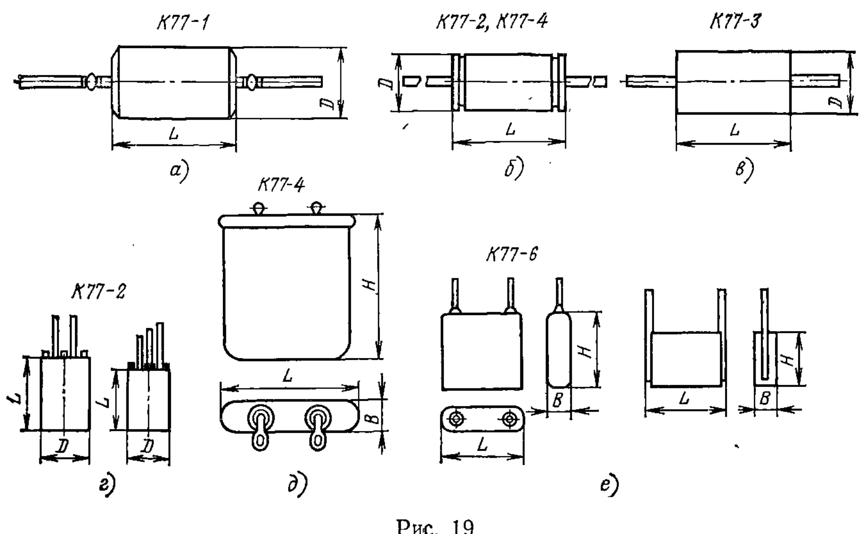


Рис. 19

Поликарбонатные конденсаторы характеризуются высокой температурной и временной стабильностью емкости, высокой постоянной времени, сравнительно малыми значениями тангенса угла потерь и коэффициента диэлектрической абсорбции. По электрическим характеристикам эти конденсаторы близки к полистирольным, но в отличие от них имеют в 10—15 раз меньшие удельные объемы (габаритные размеры) и более широкий интервал рабочих температур. Температурный коэффициент емкости конденсаторов в интервале температур от 20 до 125° С не более $(80\pm50)\cdot10^{-6}$ 1/° С. Коэффициент абсорбции составляет 0,1—0,2%

В зависимости от конструктивного исполнения конденсаторы выпускают в сварном металлическом прямоугольном и цилиндрическом корпусе со стеклян-

ными проходными изоляторами (рис. 19,*а, д*), в алюминиевом корпусе с заливкой торцов эпоксидным компаундом (рис. 19,*в, д*), обернутые пленкой и уплотненные с торцов эпоксидным компаундом (рис. 19,*в, е*).

В табл. 12 приведены основные характеристики пленочных поликарбонатных конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

Таблица 12

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, %. Ряд емкостей	Размер, мм		
				D (H)	L	B
К77-1	63	$2{,}2\cdot10^5$—$2{,}2\cdot10^7$	±0,5; ±1; ±2;	8—28	21—38	—
	100	10^5—$3{,}9\cdot10^6$	±5; ±10; ±20	8—20	21—48	—
	200	$2{,}2\cdot10^4$—$3{,}9\cdot10^6$	Е12	8—26	21—63	—
	400	10^3—10^6		7—28	17—63	—
К77-2	63 (вариант «а»)	$5{,}6\cdot10^4$—$2{,}2\cdot10^6$	±2; ±5; ±10; ±20	6—14	20—30	—
	100 (вариант «а»)	10^4—$4{,}7\cdot10^4$	Е12	6	15, 20	—
	63 (вариант «б»)	$5{,}6\cdot10^4$—$2{,}2\cdot10^6$		6—14	21; 31	—
	100 (вариант «б»)	10^4—$4{,}7\cdot10^4$		6	17—21	—
К77-3 импульсные	250	$2{,}2\cdot10^7$	±10	28	45	—
		10^8		45; 65	60	—
К77-4	160 (вариант «а»)	10^5—$1{,}5\cdot10^7$	±2; ±5; ±10; ±20 Е12	10—40	20—63	—
К77-4	160 (вариант «б»)	$5\cdot10^6$—$1{,}5\cdot10^7$	±2; ±5; ±10; ±20 Е12	(50)	46	16—41
К77-5 импульсные	250	10^6—$4{,}7\cdot10^6$	±5; ±10; ±20	28—38	55; 95	—
	500	$4{,}7\cdot10^5$—$3{,}3\cdot10^6$	Е6	38—50	65—125	—
	750	$2{,}2\cdot10^5$—10^6		34—45	65—125	—
К77-6 для печатного монтажа	100 (вариант «а»)	$3{,}3\cdot10^4$—$2{,}2\cdot10^5$	±5; ±10; ±20 Е6	(9,5)	11; 13,5	5; 7,1
	100 (вариант «б»)	$3{,}3\cdot10^4$—$2{,}2\cdot10^5$		(6)	8,5; 11	2,5—4,5
	250 (вариант «а»)	10^3—$2{,}7\cdot10^4$		(9,5)	11	5
	250 (вариант «б»)	10^3—$2{,}7\cdot10^4$		(5,6)	8,5	2,5

ПЛЕНОЧНЫЕ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К78)

Полипропиленовые конденсаторы (рис. 20) предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока и в импульсных режимах.

Полипропиленовые конденсаторы характеризуются малым значением тангенса угла потерь в широком диапазоне температур и частот. Важным преимуществом этих конденсаторов по сравнению с другими типами высокочастотных конденсаторов являются их малые габаритные размеры и возможность эксплуатации при высоких амплитудах переменного и импульсного напряжений. Удельные реактивные мощности конденсаторов составляют от 50 до 130 кВ·Ар/дм³

в широком диапазоне частот (до 16 кГц). Температурный коэффициент емкости в диапазоне температур от 20 до 100° С (—250 ÷ +400)·10^{-6} 1/° С. Значение коэффициента абсорбции мало и практически не превышает 0,05%.

В зависимости от конструктивного исполнения конденсаторы выпускают уплотненные в алюминиевом цилиндрическом корпусе (рис. 20,*а*) и в эпоксидном компаунде (рис. 20,*б*).

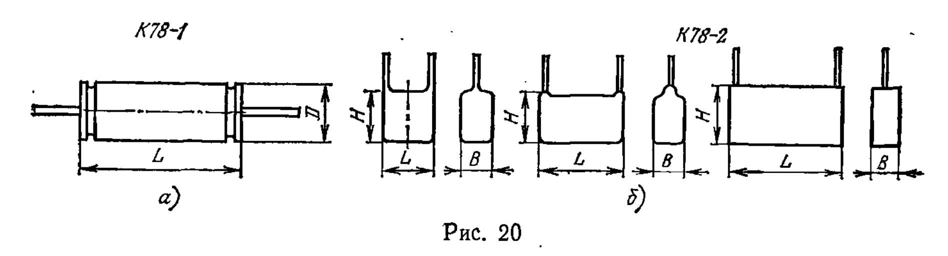


Рис. 20

В табл. 13 приведены основные характеристики пленочных полипропиленовых конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

Таблица 13

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, пФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размер, мм		
				D (H)	L	B
К78-1	100	10^6—10^7	±2; ±5; ±10;	16—30	32—63	—
	160	4,7·10^4—10^7	±20	7—38	20—63	—
	250	10^4—3,3·10^6	Е12	6—28	18—63	—
	400	10^4—2,2·10^6		6—34	18—63	—
	630	10^3—10^5		6—14	18—32	—
К78-2	300	10^4—10^5	±5; ±10; ±20	(11,5—22)	20,5—31,5	7—12,5
	1000	4,7·10^3—3,3·10^4	Е12	(13—20)	20; 30	6,7—10
	1000	3,9·10^4—1,5·10^5		(20—30)	30; 40	9—17
К78-3	630	2,7·10^5—5,6·10^5	±5; ±10; ±20 Е12	30—45	105	—

КОНДЕНСАТОРЫ С ОКСИДНЫМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основным типом электролитических конденсаторов, применяемых в современной технике, являются полярные сухие конденсаторы. Термин, полярный применительно к электролитическому конденсатору, означает, что конденсаторы рассчитаны на постоянное напряжение и требуют соблюдения определенной полярности при включении в цепь. Один определенный вывод конденсатора должен подключаться к зажиму «плюс» (обычно это изолированный вывод), а второй вывод — к зажиму «минус» (обычно это вывод от корпуса конденсатора, если он металлический). Если конденсатор имеет два изолированных вывода, то около них, как правило, сделана маркировка «+» и «—».

Диэлектриком в этих конденсаторах служит тонкий слой оксида вентильного металла (алюминия, тантала, ниобия и др.), который создается на поверхно-

сти металла (аноде) электролитическим путем. Второй обкладкой является электролит в жидком или пастообразном виде (рис. 21).

В устройствах с питанием от постоянного тока, где можно случайно переменнть полярность, следует использовать неполярные электролитические конденсаторы, которые изготовляются подобно обычным полярным электролитическим конденсаторам сухого типа, но с двумя анодами (вместо катодной фольги используется вторая анодная фольга, покрытая тем же слоем оксида, как и первый анод). Такой конденсатор представляет собой систему из двух последовательно включенных полярных конденсаторов.

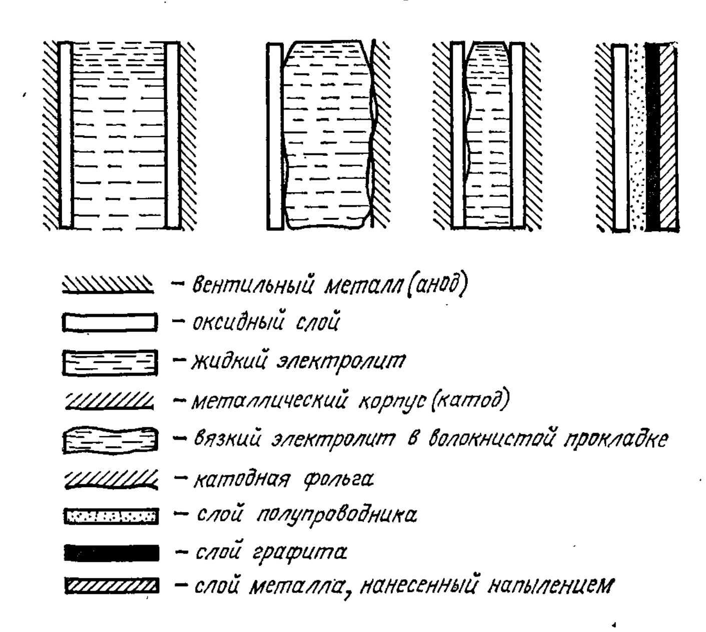


Рис. 21

Конденсаторы с оксидным диэлектриком относятся к низковольтным конденсаторам с относительно большими потерями. От низковольтных конденсаторов других типов они отличаются большими емкостями (до сотен и тысяч микрофарад) при относительно небольших размерах.

Применяя конденсаторы с оксидным диэлектриком следует помнить, что полярные конденсаторы с оксидным диэлектриком могут работать только в цепях постоянного и пульсирующего токов. В последнем случае амплитуда напряжения переменной составляющей на частоте 50 Гц не должна превышать принмерно 20% номинального напряжения постоянного тока, с повышением частоты это значение амплитуды резко снижается.

В устройствах, где полярность на выводах конденсаторов эпизодически меняется, допустимо использовать полярные конденсаторы с оксидным диэлектриком посредством встречного включения двух однотипных с одинаковыми номинальными емкостями и напряжениями полярных конденсаторов (плюс с плюсом или минус с минусом). Встречно включенные конденсаторы работают как неполярные конденсаторы. Их можно применять в цепях постоянного и пульси-

рующего токов без учета их полярности, а также в цепях постоянного тока с медленно меняющейся полярностью. В цепях постоянного тока напряжение на встречно включенных конденсаторах не должно превышать номинального напряжения каждого из них.

Встречно включенные конденсаторы в цепях переменного тока не применяются.

ОКСИДНО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ (К50) И ТАНТАЛОВЫЕ (К51) КОНДЕНСАТОРЫ

Оксидно-электролитические алюминиевые и танталовые конденсаторы (рис. 22) предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего напряжений, а также в импульсных режимах. Они относятся к числу конденсаторов с большими потерями и преимущественно используются в низкочастотных цепях радиоаппаратуры.

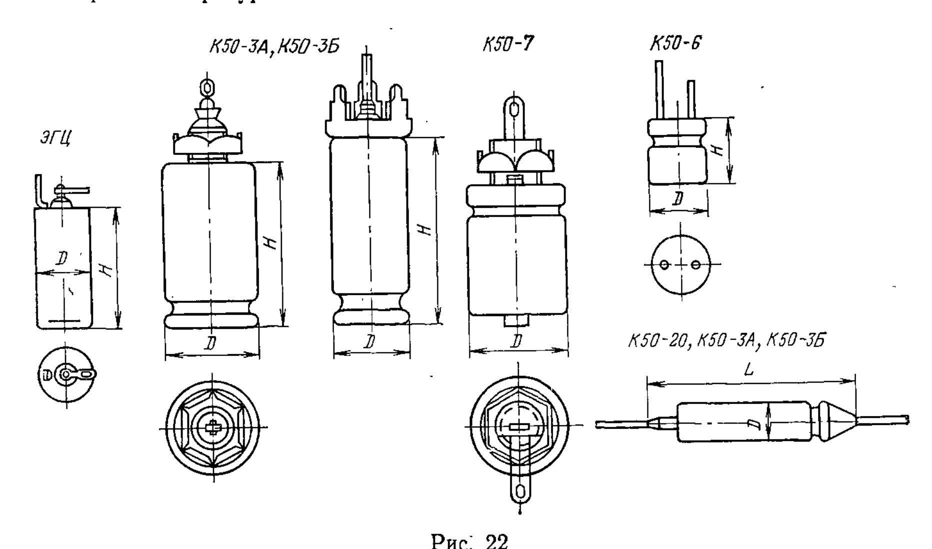


Рис. 22

Секция таких конденсаторов состоит из двух свернутых в рулон полос алюминиевой фольги, разделенных прослойкой из бумаги или ткани, пропитанных пастообразным электролитом. Секция помещается в алюминиевый цилиндрический корпус, являющийся одновременно отрицательным выводом конденсатора. Конденсаторы изготовляются уплотненной конструкции и герметизированные. В отличие от аналогичных конденсаторов с оксидным диэлектриком они характеризуются пониженной температурно-частотной стабильностью своих параметров.

Оксидно-электролитические танталовые конденсаторы отличаются от алюминиевых большей стабильностью основных параметров. По конструкции аналогичны алюминиевым конденсаторам.

В табл. 14 приведены основные характеристики оксидно-электролитических алюминиевых и танталовых конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

Таблица 14

Тип конденсатора	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размеры, мм		
				D (H)	L	B
Алюминиевые фольговые						
КЭ	8	50—2000	+50 ÷ —20	19—50	25—106	—
		50—100		17,5—20,5	42	—
	12	10—2000		16—50	25—106	—
		20—100		17,5—20,5	42	—
	20	10—2000		16—50	25—106	—
		20—100		17,5—20,5	42	—
	30	10—500		19—50	25—106	—
		20—50		20,5—25,5	42	—
	50	10—100		21—34	30—104	—
		8—50		17,5—25,5	42	—
	150	10—30		21—34	30—59	—
		4—20		17,5—20,5	42	—
	300	5—30		21—34	30—89	—
		2—20		17,5—25,5	42	—
	400	5—20		21—34	30—104	—
		2—8		20,5—25,5	42	—
	450	5—40		26—34	54—104	—
		2—8		20,5—25,5	42	—
	500	5—20		26—34	54—84	—
ЭГЦ	6	40; 700	+50 ÷ —20	16, 19	44, 47	—
	8	50—500		16—19	44—47	—
	10	40		16	44	—
	12	30—2000		16—34	44—65	—
	25	20—2000		16—50	44—114	—
	30	15—1000		16—50	44—114	—
	40	40		16	44	—
	50	5—200		16—34	44—65	—
	125	40		19	47	—
	150	5—50		16—26	44—60	—
	200	30		19	47	—
	300	2—50		16—34	44—90	—
	400	2—20		19—34	47—65	—
	450	2—20		16—34	44—106	—
	500	2—20		19—34	47—90	—
К50-3А	6	(10—5000)	+50 ÷ —20	4,5—32	19—72	—
(К50-3Б)	12	2—500 (2—2000)		6—32 (4,5—32)	22—72 (14—62)	—
	25	2—1000 (2—2000)		6—40 (4,5—32)	29—106 (19—72)	—
	50	1—200 (1—2000)		6—32 (4,5—32)	29—62 (19—86)	—
	100	1—100 (1—200)		6—32	29—62 (22—52)	—
	160	2—50 (2—200)		12—25 (8,5—32)	30—56 (36—62)	—
	250	(20, 50)		(25,25)	(40, 56)	—
	300	5—50 (5—50)		17—32 (17—32)	42—106 (30—52)	—
	350	2—20 (2—20)		17—32 (12—25)	42—62 (30—56)	—
	450	2—20 (2—20)		17—32 (17—32)	42—86 (30—52)	—

Тип конденсатора	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размеры, мм		
				D (H)	L	B
К50-6	6	50—500	+80 ÷ —20	7,5—18	13—18	—
	10	10—1000	и	6—18	13—45	—
	10	2000, 4000	+50 ÷ —20	24; 30	45	—
	15	1—1000	для конденсаторов	4—21	13—45	—
	15	2000, 4000		26; 30	60	—
	15	5—50	25 В × ×10000 мкФ	6—16	18	Неполярные
	25	1—500		4—18	13—45	—
	25	1000—10000		30—34	45—100	—
	25	10		10,5	18	Неполярные
	50	1—200		6—18	13—45	—
	50	500—2000		30—34	45—78	—
	100	1—20		6—14	13—18	—
	160	1—10		6—16	18	—
К50-7	160	20—500	+80 ÷ —20	16—30	28—80	—
	250	10—200		16—30	28—80	—
	300	5—200		16—30	20—80	—
	350	5—100		16—30	28—60	—
	450	5—100		19—30	28—80	—
К50-7 (блоки)	50	100+300 300+300	+80 ÷ —20	26	45; 60	—
	250	100+100 150+150		30; 34	80; 90	—
	300	50+50 100+100		26; 30	60; 80	—
	350	20+20 50+50 30+150		26—34	45—90	—
	450	10+10 20+20 50+50	+80 ÷ —20	26—34	45—90	—
К50-9	3	0,5—20	+100 ÷ —10	2,3—4,5 2,9—5,5	10,5—13,5 11—14	—
	6,3	0,5—20		2,3—4,5 2,9—5,5	10,5—13,5 11—14	—
К50-15	6,3	68—680	+80 ÷ —20	9—12	28—69	—
	16	47—680		9—12	28—70	—
	25	33—330		9—12	28—70	—
		22—100		9—12	38—63	Неполярные
	50	10—100		9—12	28—70	—
		10—47		9—12	52—73	Неполярные
	100	4,7—47	+50 ÷ —20	9—12	28—70	—
		4,7—22		9—12	52—73	Неполярные
	160	4,7—33		9—12	35—70	—
	250	2,2—22		9—12	35—70	—
К50-16	6,3	20—500	+80 ÷ —20	4—12	13—16	—
	10	10—2000		4—18	13—26	—
	16	5—5000		4—24	13—45	—
	25	2—5000		4—30	13—60	—
	50	2—2000		4—30	13—60	—
	100	0,5—50		4—16	13—36	—
	160	1—20		6—18	15—18	—

Окончание табл

Тип конденсатора	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размеры, мм		
				D (H)	L	B
К50-18	3	470000	+50 ÷ —20	80	142	—
	6,3	100000, 220000		55, 80	142	—
	10	100000		60	142	—
	16	22000—100000		40—65	92—142	—
	25	15000—100000		45—80	92—142	—
	50	4700—22000		40—65	92—142	—
	80	4700—15000		45—60	92—142	—
	100	2200—10000		40—60	92—142	—
К50-19 импульсные	80	160—750	±20	30—40	58—113	—
	150	50—250		26—34	53—118	—
	320	10—100		26—40	43—118	—
К50-20	6,3	10—5000	+50 ÷ —20	4,5—32	19—52	—
	16	2—2000		4,5—25	14—56	—
	25	2—2000		4,5—32	14—52	—
	50	1—200		4,5—17	14—42	—
		2000		32	86	
	100	1—200		4,5—25	19—56	—
	160	2—200		8,5—32	22—52	—
	250	20, 50		17; 25	42; 56	—
	300	5—50		12—25	30—56	—
	350	2—20		12—25	30—40	—
	450	2—20		12—25	30—56	—
К50-21 импульсные	160	5000; 15000	+30 ÷ —10	55; 95	140	—
	250	1000		40	50	
К50-22	6,3	2200—22000	+50 ÷ —10	21—30	40—80	—
	10	1500—15000	+50 ÷ —20	21—30	40—80	—
	16	1000—10000		21—30	40—80	—
	25	680—6800		21—30	40—80	—
	50	220—2200		21—30	40—80	—
	100	100—680		21—30	40—80	—
	160	47—470	+30 ÷ —10, +50 ÷ —20	21—30	40—80	—
К50-23 импульсные	500	100	+10 ÷ —30	55	133	—
	500	500		51	130	—
К-50-24	6,3	220—10000	+50 ÷ —20	6—21	28—50	—
	16	47—10000		6—21	17—58	—
	25	22—4700		6—21	17—50	—
	63	10—2200		6—21	17—50	—
	100	4,7—220		6—12	17—50	—
	160	2,2—220		6—21	17—50	—
К50-27	160	470; 1000	+30 ÷ —10, +50 ÷ —20	30; 34	62; 92	—
	250	10—470		9—30	40—77	—
	300	10—470		12—34	34—92	—
	350	4,7—220		9—30	40—77	—
	450	2,2—220		9—34	34—92	—
		Танталовые фольговые				
ЭТ	6	50—500	±20	8,5—14	44—67	—
	15	50—250	±30	11—14	44—67	—
	30	20—100	±50 ÷ —20	10—14	44—55	—
	60	10—50		10—14	44—55	—
	100	5—30		8,5—14	44—67	—
	150	5—20		10—14	44—55	—
ЭТН неполярные	30	20—70	±20; ±30;	11—14	48—67	
	60	10—30	+50 ÷ —20	11—14	48—67	
	100	5—20		11—14	48—67	

ОБЪЕМНОПОРИСТЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К52)

Объемнопористые (рис. 23), как и другие конденсаторы с оксидным диэлектриком, относятся к конденсаторам с большими потерями. Они используются в тех же цепях, что и оксидно-электролитические (фольговые) алюминиевые и танталовые конденсаторы. Отличаются от них повышенной теплостойкостью (до +200° С) и относительной стабильностью температурно-частотных характеристик. Важное преимущество объемнопористых танталовых конденсаторов — их малые габаритные размеры.

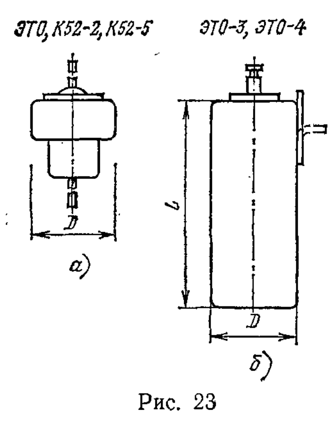


Рис. 23

Для объемнопористых конденсаторов характерны две базовые конструкции герметизированных конденсаторов: для конденсаторов на номинальное напряжение до 100—125 В используется конструкция грибовидной формы (рис. 23,*а*), при более высоких напряжениях соединяют последовательно несколько конденсаторов, ставят их вертикально один на другой и помещают в общий цилиндрический корпус; при этом напряжение на каждом из последовательно включенных элементов берется равным 90—100 В (рис. 23,*б*).

В табл. 15 приведены основные характеристики объемнопористых танталовых конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

ОКСИДНОПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (К53)

Оксиднополупроводниковые конденсаторы (рис. 24) предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов.

В этих конденсаторах электролит заменен твердым электронным полупроводником. Отсутствие электролита и герметизация корпусов делают их более стабильными в процессе эксплуатации и при длительном хранении по сравнению с другими оксидными конденсаторами. Это позволяет применять оксиднополупроводниковые конденсаторы при более низких температурах (до —80° С) и

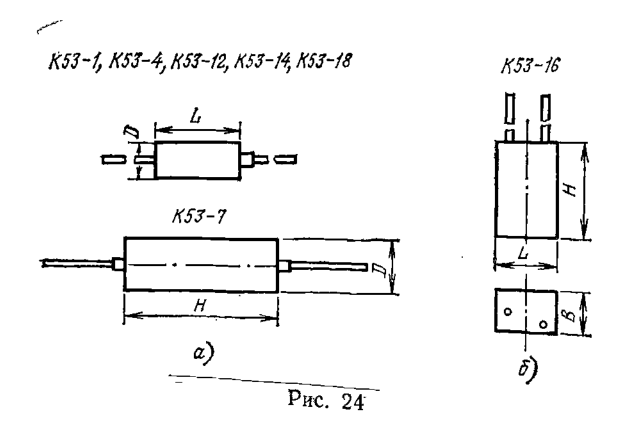


Рис. 24

Таблица 15

Тип конденсатора	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размер, мм		
				D (H)	L	B
ЭТО	6	80; 1000	±10; ±20; ±30;	13,5; 24	10; 12	—
	15	50; 400	+50 ÷ —20	13,5; 24	10; 12	—
	25	30; 300		13,5; 24	10; 12	—
	50	20; 200		13,5; 24	10; 12	—
	70	15; 150		13,5; 24	10; 12	—
	90	10; 100		13,5; 24	10; 12	—
	150	5; 50		16,6; 26,6	31; 35	—
	250	3; 30		16,6; 26,6	43; 47	—
	300	25		26,6	60	—
	400	2		16,6	65	—
	450	15		26,6	84	—
	600	10		26,6	109	—
К52-1	3	22—100	±10; ±20; ±30;	3—4,6	11—17,5	—
	6,3	15—470	+50 ÷ —20	3—7,5	11—24	—
	16	10—220		3—7,5	11—24	—
	25	6,8—150	Е6	3—7,5	11—24	—
	35	4,7—100		3—7,5	11—24	—
	50	3,3—68		3—7,5	11—24	—
	70	2,2—47		3—7,5	11—24	—
	100	1,5—33		3—7,5	11—24	—
К52-2	6	80; 1000		13,5; 24	8; 9,5	—
	15	50; 400	±10; ±20; ±30;	13,5; 24	8; 9,5	—
	25	30; 300	+50 ÷ —20	13,5; 24	8; 9,5	—
	50	20; 200		13,5; 24	8; 9,5	—
	70	15; 150		13,5; 24	8; 9,5	—
	90	10; 100		13,5; 24	8; 9,5	—
К52-5	15	33; 330	±10; ±20; ±30;	13,5; 24	8; 9,5	—
	25	22; 220	+50 ÷ —20	13,5; 24	8; 9,5	—
	50	15; 150		13,5; 24	8; 9,5	—
	70	10; 100		13,5; 24	8; 9,5	—
	90	6,8; 68		13,5; 24	8; 9,5	—
	150	3,3; 33		17; 27	34; 36	—
	250	2,2; 22		17; 27	42; 45	—
	300	15		27	55	—
	400	1,5		17	58	—
	450	10		27	75	—
	600	6,8		27	95	—

на более высоких частотах, чем оксидноэлектролитические и объемнопористые конденсаторы.

По своим температурно-частотным характеристикам при малых емкостях и по значению тангенса угла потерь эти конденсаторы приближаются к пленочным с полярным диэлектриком, отличаясь от них значительно лучшими удельными характеристиками и возможностью изготовления с малыми значениями номинального напряжения, что позволяет применять их в полупроводниковой радиоаппаратуре.

Конструктивно конденсаторы выпускают в цилиндрических (рис. 24,*а*) и прямоугольных (рис. 24,*б*) корпусах.

В табл. 16 приведены основные характеристики оксиднополупроводниковых конденсаторов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

Таблица 16

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размер, мм D (H)	L	B
К53-1 К53-1А	6	0,1—100	±10; ±20; ±30	3,2—7,2	7,5—16	—
	10	0,1—0,68		3,2—4	7,5—13	—
	15	0,068—68		3,2—7,2	7,5—16	—
	20	0,047—47	Е6	3,2—7,2	7,5—16	—
	30	0,033—33		3,2—7,2	7,5—16	—
К53-4	6	0,68—100	±10; ±20; ±30	3,2—7,2	7,5—16	—
	15	0,47—68	Е6			
	20	1—47				
К53-6А	6	22—100	+50 ÷ —20	9	17,5	—
	15	4,7—33		9	13,5—17,5	—
	30	4,7—22	Е6	9	13,5—17,5	—
К53-7	15	1—47	+20 ÷ —15	3,2—7,8	18—30	—
	30	0,1—22	Е6	4—7,8	25—30	—
К53-14	6,3	0,1—100	±10; ±20; ±30	3,2—9	7,5—16,5	—
	10	0,1—47	Е6	3,2—7,2	7,5—16	—
	16	0,068—33		3,2—7,2	7,5—16	—
	20	0,047—22		3,2—7,2	7,5—16	—
	30	0,033—22		3,2—7,2	7,5—16	—
К53-15 К53-15А	3	2,2—47	±20; ±30	(2)	2,5—10	4—8
	6,3	1,5—33		(2)	2,5—10	4—8
	10	2,5—22	Е6	(2)	2,5—10	4—8
	16	0,68—15		(2)	2,5—10	4—8
	20	0,47—15		(2)	2,5—10	4—8
	30	0,1—10		(1,5—2)	2,5—10	4—8
К53-16	1,6	1,5—10	±20; ±30	(3,4—5,0)	1,9—2,3	1,2—1,6
	3	1—4,7		(3,4—5,0)	1,9—2,3	1,2—1,6
	4	2,2, 3,3	Е6	(3,7, 5,0)	2,3	1,6
	6,3	0,68—2,2		(3,4—5,0)	1,9—2,3	1,2—1,6
	10	0,47—1,5		(3,4—5,0)	1,9—2,3	1,2—1,6
	16	0,33—1		(3,4—5,0)	1,9—2,3	1,2—1,6
	20	0,22—0,68		(3,4—5,0)	1,9—2,3	1,2—1,6
	30	0,01—0,47		(3,4—5,0)	1,9—2,3	1,2—1,6
К53-17 проходные до 1000 МГц	6,3	6,8—68	±10; ±20; ±30	М6—М8	21—26	—
	16	4,7—47		М6—М8	21—26	—
	30	2,2—22	Е6	М6—М8	21—26	—
К53-18	6,3	4,7—1000	±10; ±20; ±30	3,2—9	7,5—21	—
	16	3,3—330	Е6	3,2—9	7,5—21	—
	20	2,2—220		3,2—9	7,5—21	—
	30	1,5—100		3,2—9	7,5—21	—
	40	1—22		3,2—7	7,5—12	—
К53-25	6,3	4,7—150	±20; ±30	(4,5—17)	4—16	1,3—1,6
	10	3,3—100	Е6	(4,5—17)	4—16	1,3—1,6
	16	2,2—68		(4,5—17)	4—16	1,3—1,6
	25	1,5—47		(4,5—17)	4—16	1,3—1,6
	30	1—33		(4,5—17)	4—16	1,3—1,6
	40	0,68—10		(4,5—11,5)	4—11,5	1,3—1,6
К53-27	6,3	0,68—330	±10; ±20; ±30	3,2—10	7,5—25	—
	16	0,47—220	Е6	3,2—10	7,5—25	—
	20	1—47		3,2—7,2	7,5—16	—
	32	0,47—33		3,2—7,2	7,5—16	—
	40	0,47—10		3,2—7,2	7,5—12	—

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость, мкФ	Допускаемое отклонение, % Ряд емкостей	Размер, мм		
				D (H)	L	B
К53-28	6,3	6,8—150	±20; ±30	(3,5)	10—20	7,1—17
	10	4,7—100	Е6	(3,5)	10—20	7,1—17
	16	3,3—68		(3,5)	10—20	7,1—17
	25	2,2—47		(3,5)	10—20	7,1—17
	32	1,5—33		(3,5)	10—20	7,1—17
	40	1—10		(3,5)	10—20	7,1—17
К53-29	6,3	15—1500	±10; ±20; ±30	3,2—9	7,5—21	—
	10	10—330	Е6	3,2—7	7,5—16	—
	16	6,8—220		3,2—7	7,5—16	—
	20	4,7—150		3,2—7	7,5—16	—

ПОДСТРОЕЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (КТ4)

Подстроечные конденсаторы (рис. 25) по конструкции делятся на дисковые, пластинчатые и цилиндрические. Эти разновидности представлены пятью базовыми конструкциями: дисковые общего применения, дисковые микроконденсаторы, пластинчатые, поршневые и концентрические.

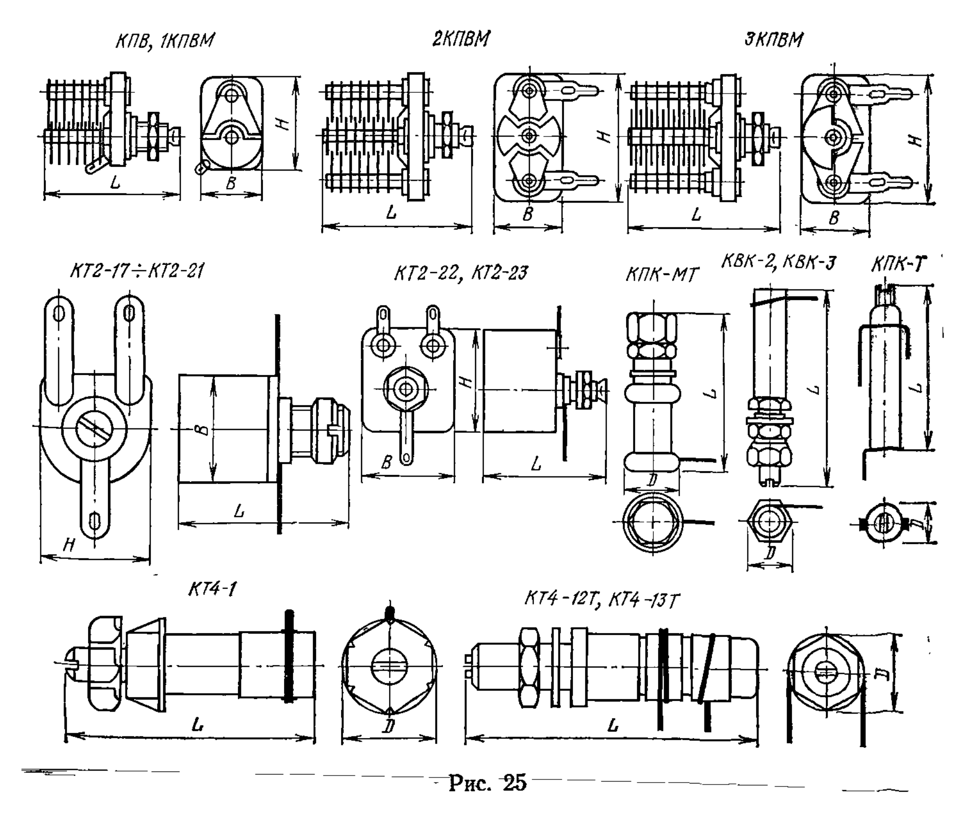


Рис. 25

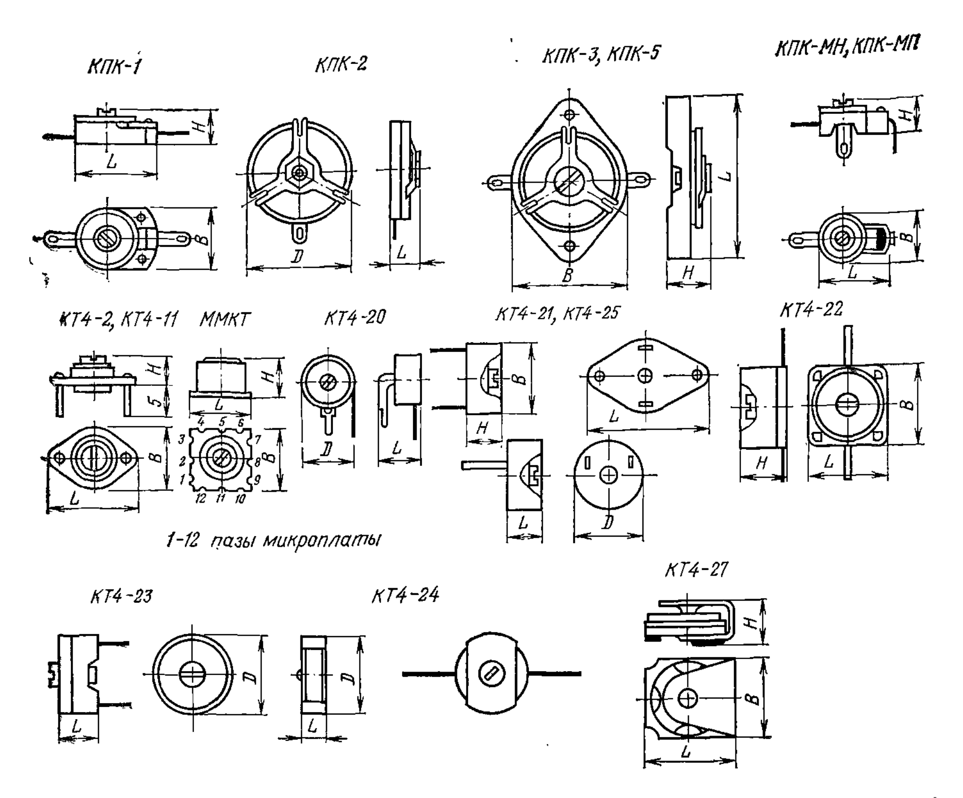


Рис. 25 (окончание)

К дисковым конденсаторам общего применения, которые используются в устройствах с навесным и печатным монтажом, относятся КПК-1÷КПК-3, КПК-5, КПК-МН, КПК-МП, КТ4-2, КТ4-1Т, КТ4-20 — КТ4-22, КТ4-25. К микроконденсаторам относятся микромодульные подстроечники ММКТ, конденсаторы для электронных наручных часов КТ4-24, а также подстроечники КТ4-27 и КТ4-28, предназначенные для работы с микросхемами.

Пластинчатые конденсаторы имеют три конструктивных разновидности: односекционные прямоемкостные конденсаторы с углом поворота 180° (КПВ, 1КПВМ, КТ2-17÷КТ2-23); бисквитные конденсаторы (иногда их по форме ротора называют «бабочка» или «баттерфляй», 2КПВМ); с рабочим углом поворота 90°; дифференциальные конденсаторы с углом поворота 180° (3КПВМ). Бисквитные конденсаторы служат для подстройки высокочастотных контуров в симметричных схемах. Они имеют небольшую минимальную емкость 3÷5 пФ.

Цилиндрические конденсаторы делят на поршневые, плунжерные (стержневые) и концентрические. В поршневых и плунжерных конденсаторах в качестве диэлектриков используется керамика (КПК-МТ, КВК-2, КВК-3, КПКТ) и стекло (КТ4-12Т, КТ4-13Т). Конденсаторы КТ4-13Т являются дифференциальным вариантом цилиндрического стеклянного подстроечника.

Конструкция с концентрическими цилиндрами применяется в воздушных подстроечных конденсаторах. Характерной особенностью конструкции является

Таблица 17

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм		
				D (H)	L	B
КВК-2	М470	0,5—2,5	500	9,5	36,5—75,0	—
КВК-3	М470	0,5—5	500	11	54,5—100,0	—
КПВ	П60	4—50; 5—75; 6—100 7—125; 8—140	300	(31)	43,5—61,5	26
1КПВМ односекционный	П100	1,8—6,5; 1,8—9; 2,0—6,5; 2,2—15; 2,8—12; 2,8—24; 3,5—17	350, 650	(18)	20—33	12
2КПВМ «бабочка»	П100	1—1,3; 1—1,8; 1—2; 1—3,3; 1,5—3,5; 1,5—5,8	350, 650	(25)	20—30	13
3КПВМ дифференциальный	П100	2,5—6,5; 2,5—9; 2,5—15; 3—12; 3—24; 4—17	350, 650	(25)	20—33	13
КПК-МН КПК-МП	М750	4—15; 5—20; 6—25; 8—30	350	(9)	15	11
КПК-МТ	М470	2—7; 4—15; 6—25; 8—30	500	12,5	33,5	—
КПК-Т	М470	1—10; 2—15; 2—20; 2—25	250	8	24—48	—
КПК-1	М750	2—7; 2,5—8; 4—15; 6—25; 8—30	500	(12)	24	18
КПК-2	М750	8—60; 10—100; 25—150; 75—200; 125—250	500	33,5	9,5	—
КПК-3	М750	200—325; 275—375; 350—450	500	(14)	53,5	36
КПК-5	М750	25—150; 25—175	500	(15,5)	53,5	36
КТ4-24	М75, М750	3—15; 5—25	50	3,6	1,7	—
КТ4-25	МПО	1—5	100	5	3,5	—
	М750	2—10; 3—15; 4—20; 5—25; 6—30	100	(5)	3,5	5
	П100	0,4—2	250	(8,5)	14	—
	МПО	0,4—2; 1—5; 2—10; 3—15	250	(8,5)	14	8,5
	М75	0,4—2; 1—5; 2—10; 3—15; 4—20; 2×1—5	250	(8,5)	4,5	— 8,5
	М470	2—10; 3—15; 4—20	250	(8,5)	4,5	
	М750	4—20; 5—25; 6—30; 8—40	250	(8,5)	4,5	—
КТ4-27	М1500	1—10; 1,5—15; 2—20;	16	(1,2)	2,8	2,6
		0,4—2; 1—5	25	(1,2)	2,8	2,6
	М75	1—5; 2—10; 3—15; 4—20	50	(1,8)	5	4,7
ММКТ	М470	3—20	80	5	9,85	9,85
КТ2-17÷÷КТ2-21	$300\cdot10^{-6}$	1,5—5; 1,5—10;	150	(14,5)	19,4	16
		1,9—15; 2,5—30; 3,0—50	150	(10,5)	16	11,5
КТ2-22	П60	2,3—10	1000	(26)	23	23
КТ2-23	МПО	6—50	160	(23,5)	29	19,5
КТ4-1	М150, М220, М470	0,5—4; 2—9	100	5	10; 18	—

Тип	Группа по ТКЕ	Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Размеры, мм D (H)	L	B
КТ4-2; КТ4-1Т	М750	3—20	160	(5,6)	14,2	10,2
КТ4-12Т	М47	1—42	300	8,2	24—32	—
КТ4-13Т	М150	2×2—10	200	8,1	30,5	—
КТ4-20	М75	5—20	80	8,5	8,5	—
КТ4-21	М75	1—5; 2—10; 3—15;	250	4,5	14	8,5
		4—20		(8,5)	4,5	—
КТ4-22	М75	0,4—2; 1—5; 2—10; 3—15; 4—20	250	(4,5)	8,5	8,5
КТ4-23	М75	2—7; 2,5—8	200	8,2	7,5	—
	М750	4—15; 5—20; 6—25; 8—30; 0,4—4	200	8,2	7,5	—

Примечание. Допускаемое отклонение не более минимальной емкости, не менее максимальной.

многооборотность, которая дает хорошую плавность изменения емкости.

Некоторые основные характеристики, а также габаритные размеры и общие виды подстроечных конденсаторов приведены в табл. 17. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

НЕЛИНЕЙНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Нелинейные конденсаторы — вариконды и термоконденсаторы — находят разнообразное применение в качестве нелинейных элементов электрической цепи в области низких и высоких частот. Их применяют для частотной модуляции и управления частотой колебательного контура, в качестве умножителей частоты, генераторов импульсов, стабилизаторов переменного напряжения, диэлектрических усилителей и многих других целей.

В конденсаторах этой подгруппы диэлектриком служит сегнетокерамический материал, обладающий резко выраженной зависимостью диэлектрической проницаемости от напряженности приложенного к ним электрического поля (переменного и постоянного) и окружающей температуры.

Используя в качестве диэлектрика специальные сегнетокерамические материалы, получают переменные конденсаторы, в которых изменение емкости достигается в основном изменением приложенного напряжения (вариконды) или окружающей температуры (термоконденсаторы).

ВАРИКОНДЫ (ВК, КН1)

Вариконды (рис. 26) ВК2, ВК4, КН1-5 и КН1-6 предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока; КН1-5 могут работать также в диапазоне СВЧ до 200 МГц, а КН1-6 — до 10 ГГц.

За номинальную емкость для варикондов ВК2-Б, ВК2-БШ и ВК4-Б принимают емкость, измеренную при напряжении переменного тока 5 В частотой

50 Гц; для остальных типов варикондов ВК — емкость, измеренную при напряжении переменного тока 1,5—2 В частотой 1000 Гц; для варикондов КН1-5 и КН1-6 — емкость, измеренную при напряжении переменного тока 0,05—3,2 В частотой 0,1—1,0 МГц.

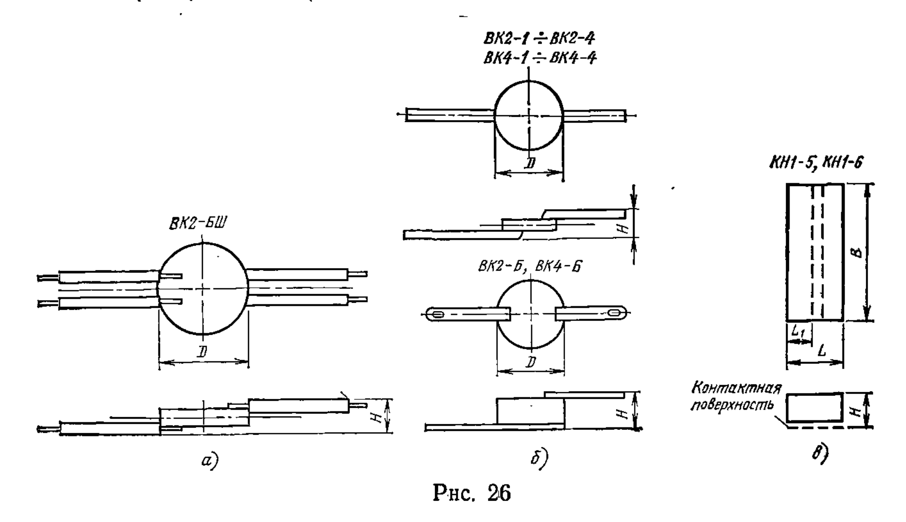


Рис. 26

Для варикондов характерны две специфические характеристики: коэффициент нелинейности по напряжению переменного тока для варикондов ВК и коэффициент управления по постоянному напряжению для варикондов КН1.

Коэффициент нелинейности показывает, во сколько раз увеличивается емкость варикондов при изменении напряжения переменного тока частоты 50 Гц от 5 В до значения, при котором емкость достигает максимального значения.

Таблица 18

Тип	Номинальная емкость, пФ	Предельное рабочее напряжение, В		Коэффициент управления по постоянному напряжению	Коэффициент нелинейности по напряжению переменного тока	Размер, мм			
		постоянного тока	тока частотой не более 1000 Гц			B (D)	L	L_1	H
ВК2-1 ÷ ÷ ВК2-4	470—10000	160	100	—	⩾8	(4—25)	—	—	2,5
ВК2-3Ш	6800	160	100	—	⩾8	(18)	—	—	5
ВК2-Б	$1,5\cdot10^5$;	160	100	—	⩾7	(27)	—	—	18
ВК2-БШ	$1,5\cdot10^5$; $2,2\cdot10^5$	160	100	—	⩾7	(27)	—	—	18
ВК4-1 ÷ ÷ ВК4-4	220—6800	160	100	—	⩾8	(4—25)	—	—	2,5
ВК4-Б	10^5	160	100	—	⩾7	(27)	—	—	18
КН1-5	2,2—47	200	—	⩾1,3 ⩾1,5 для $C_н$=6,8—47 пФ	—	7,1	3,2	1,5	1,2
КН1-6	4,7; 6,8; 10	200	—	⩾1,3	—	5,7	2,7	1,3	0,5

Коэффициент управления показывает, во сколько раз уменьшается емкость вариконда при изменении постоянного напряжения от 0 до 200 В.

В табл. 18 приведены основные характеристики варикондов. Дополнительные справочные сведения даны в табл. П3—П11 приложения.

ТЕРМОКОНДЕНСАТОРЫ (КН2)

Термоконденсаторы (рис. 27) предназначены для работы в качестве датчиков температуры в цепях постоянного и переменного тока в интервале температур от +1 до +40° С. За номинальную емкость термоконденсаторов КН2-2 принимают емкость, измеренную при температуре +27° С. Конструкция термоконденсатора КН2-2 приведена на рис. 27.

В табл. 19 приведены основные характеристики термоконденсаторов КН2.

Таблица 19

Номинальная емкость, пФ	Номинальное напряжение, В	Контактная поверхность	Размеры, мм			
			L	L_1	B	H
47, 68, 100	3,2	Серебряная Луженая	1,5 1,5	0,55 0,55	2,4 2,6	0,8 1,0



Рис. 27

Рис. 28

КОНДЕНСАТОРНЫЕ СБОРКИ (КС)

Конденсаторная сборка (КС) представляет собой группу конденсаторов (керамических и оксиднополупроводниковых), электрически соединенных между собой и помещенных в один общий корпус (рис. 28).

Объединение в одном корпусе нескольких конденсаторов наряду с уменьшением габаритных размеров позволяет повысить надежность работы, автоматизировать технологический процесс производства аппаратуры, снизить их стоимость. Конденсаторные сборки пока не нашли широкого распространения, но весьма перспективны для использования в счетно-решающей аппаратуре на печатных платах.

Конденсаторные сборки с планарными выводами типа Б18 предназначены для работы в электрических цепях постоянного, пульсирующего, переменного токов и в импульсных режимах. Электрические схемы конденсаторных сборок приведены на рис. 29.

В табл. 20 приведены основные характеристики конденсаторных сборок.

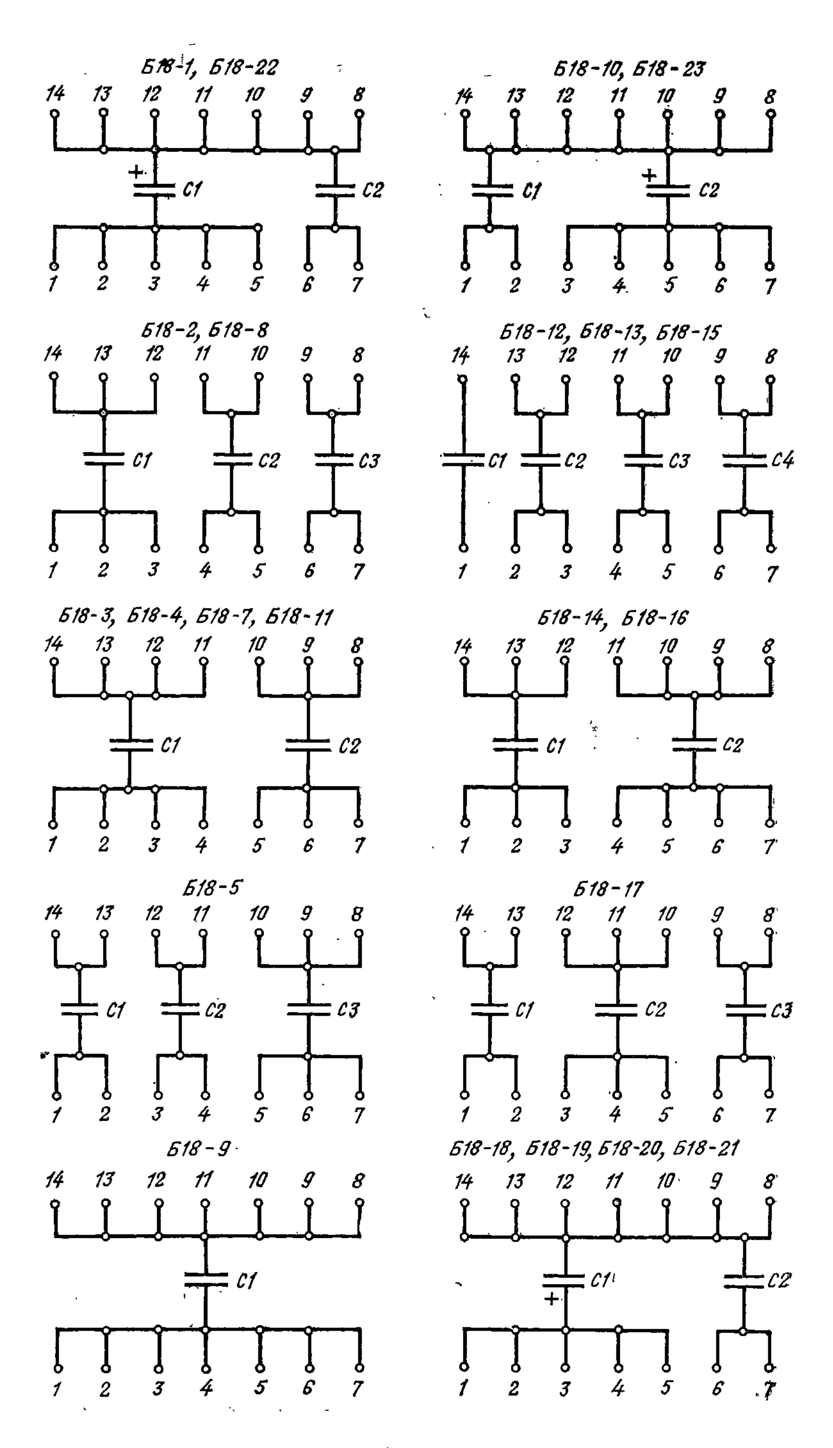

Б18-1, Б18-22
14 13 12 11 10 9 8
C1
C2
1 2 3 4 5 6 7
Б18-10, Б18-23
14 13 12 11 10 9 8
C1
C2
1 2 3 4 5 6 7
Б18-2, Б18-8
14 13 12 11 10 9 8
C1
C2
C3
1 2 3 4 5 6 7
Б18-12, Б18-13, Б18-15
14 13 12 11 10 9 8
C1
C2
C3
C4
1 2 3 4 5 6 7
Б18-3, Б18-4, Б18-7, Б18-11
14 13 12 11 10 9 8
C1
C2
1 2 3 4 5 6 7
Б18-14, Б18-16
14 13 12 11 10 9 8
C1
C2
1 2 3 4 5 6 7
Б18-5
14 13 12 11 10 9 8
C1
C2
C3
1 2 3 4 5 6 7
Б18-17
14 13 12 11 10 9 8
C1
C2
C3
1 2 3 4 5 6 7
Б18-9
14 13 12 11 10 9 8
C1
1 2 3 4 5 6 7
Б18-18, Б18-19, Б18-20, Б18-21
14 13 12 11 10 9 8
C1
C2
1 2 3 4 5 6 7

Рис. 29

Таблица 20

Тип	Число конденсаторов в сборке	Обозначение конденсатора	Номинальное напряжение, В	Номинальная емкость	Допускаемое отклонение, %	Допускаемая реактивная мощность, В·Ар
Б18-1	2	С1*	16	2,2 мкФ	±30	—
		С2	15	6800 пФ	+50 ÷ —20	0,25
Б18-2	3	С1—С3	15	2200 пФ	+50 ÷ —20	0,07
Б18-3	2	С1, С2	15	0,022 мкФ	+80 ÷ —20	0,25
Б18-4	2	С1, С2	15	220 пФ	+50 ÷ —20	0,07
Б18-5	3	С1	15	6800 пФ	+50 ÷ —20	0,25
		С2	15	3300 пФ		0,1
		С3	15	1000 пФ		0,07
Б18-7	2	С1, С2	15	3300 пФ	+50 ÷ —20	0,1
Б18-8	3	С1—С3	15	1000 пФ	+50 ÷ —20	0,07
Б18-9	1	С1	25	0,033 мкФ	+50 ÷ —20	0,35
Б18-10	2	С1	15	6800 пФ	+50 ÷ —20	0,25
		С2*	16	2,2 мкФ	±30	—
Б18-11	2	С1, С2	25	0,1 мкФ	+80 ÷ —20	0,35
Б18-22	2	С1*	30	1 мкФ	±30	—
		С2	25	4700 пФ	+50 ÷ —20	0,1
Б18-23	2	С1	25	4700 пФ	+50 ÷ —20	0,1
		С2*	30	1 мкФ	±30	—
Б18-12	4	С1—С4	25	330 пФ	±10	1
Б18-13	4	С1—С4	25	3300 пФ	+50 ÷ —20	0,05
Б18-14	2	С1, С2	25	3300 пФ	±10	7
Б18-15	4	С1—С4	25	0,01 мкФ	+90 ÷ —20	0,05
Б18-16	2	С1, С2	25	0,022 мкФ	+50 ÷ —20	0,175
Б18-17	3	С1—С3	25	0,022 мкФ	+90 ÷ —20	0,1
Б18-18	2	С1*	6,3	4,7 мкФ	±20	—
		С2	15	0,022 мкФ	+90 ÷ —20	0,25
Б18-19	2	С1*	10	3,3 мкФ	±20	—
		С2	15	0,022 мкФ	+90 ÷ —20	0,25
Б18-20	2	С1*	16	2,2 мкФ	±20	—
		С2	25	0,022 мкФ	+90 ÷ —20	0,1
Б18-21	2	С1*	30	1 мкФ	±20	—
		С2	25	0,022 мкФ	+90 ÷ —20	0,1

* Полярные конденсаторы.

ПРИЛОЖЕНИЯ. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица П1. **Условное обозначение конденсаторов**

1-й индекс — подкласс конденсаторов	2-й индекс — группа конденсаторов по виду диэлектрика	3-й индекс — порядковый номер разработки	Пример условного обозначения
К — конденсаторы постоянной емкости	10 — керамические на номинальное напряжение ниже 1600 В 15 — керамические на номинальное напряжение 1600 В и выше 21 — стеклянные 22 — стеклокерамические	Указывается порядковый номер разработки конкретного типа конденсатора	К10-7 (конденсатор постоянной емкости керамический на напряжения ниже 1600 В, седьмая разработка) К41-1 (конденсатор постоянной емкости бумажный фольговый на напряжение 2 кВ и выше, первая разработка)

1-й индекс — подкласс конденсаторов	2-й индекс — группа конденсаторов по виду диэлектрика	3-й индекс — порядковый номер разработки	Пример условного обозначения
	31 — слюдяные малой мощности 40 — бумажные фольговые на номинальное напряжение ниже 2 кВ 41 — бумажные фольговые на номинальное напряжение 2 кВ и выше 42 — бумажные металлизированные 50 — оксидно-электролитические алюминиевые 51 — оксидно-электролитические танталовые, ниобиевые и др. 52 — оксидные объемнопористые 53 — оксидно-полупроводниковые 70 — полистирольные фольговые 71 — полистирольные металлизированные 72 — фторопластовые 73 — полиэтилентерефталатные металлизированные 74 — полиэтилентерефталатные фольговые 75 — комбинированные 76 — лакопленочные 77 — поликарбонатные 78 — полипропиленовые		К75-10 (конденсатор постоянной емкости комбинированный, десятая разработка)
КТ — конденсаторы подстроечные	2 — воздушные 3 — с газообразным диэлектриком 4 — с твердым диэлектриком	То же	КТ2-1 (конденсатор подстроечный воздушный, первая разработка)
КН — конденсаторы нелинейные	1 — вариконды 2 — термоконденсаторы		КН1-1 (конденсатор нелинейный, варикonд, первая разработка)
КС — конденсаторные сборки	—		—

Таблица П2. Ряды номинальных напряжений конденсаторов

Подкласс и группа	$U_н$, В или кВ
Конденсаторы постоянной емкости всех групп по виду диэлектрика	1,0; 1,6; 2,5; 3,2; 4,0; 6,3; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 350; 400; 450; 500; 630; 800; 1000; 1600; 2000; 2500; 3000; 4000; 5000; 6300; 8000; 10000 (напряжение постоянного тока)

Таблица П3. **Коэффициенты абсорбции $K_а$ различных групп конденсаторов**

Группа конденсаторов по виду диэлектрика	Значение $K_а$ (при $\tau_2=5$ с и $t=20°$ С), %	
	$\tau_1=15$ мин $\tau_3=3$ мин	$\tau_1=25$ ч $\tau_3=5—10$ ч
Керамические:		
из массы Т150	5	20—22
из массы Т900	15	46—47
Слюдяные	2—5	18—20
Бумажные фольговые	0,6—2	30—32
Бумажные металлизированные	2—5	39—41
Оксидные алюминиевые	5—6	15
Оксидные объемнопористые	0,6—2,5	7—8
Оксиднополупроводнмковые (танталовые)	2—5	9—10
Полистирольные фольговые и металлизированные	0,02—0,1	0,10—0,2
Фторопластовые	0,01—0,05	0,05—0,1
Полиэтилентерефталатные	0,2—0,8	1,7—2,5

Таблица П4. **Сопротивление изоляции и постоянная времени различных групп конденсаторов при 20°С**

Группа конденсаторов по виду диэлектрика	$R_{из}$, МОм	$\tau_с$, МОм·мкФ	$I_{ут}$, мкА
Керамические на номинальное напряжение ниже 1600 В	3000—10000	75—250	—
Керамические на номинальное напряжение выше 1600 В	3000—10000	75—250	—
Слюдяные малой мощности	7500—10000	—	—
Бумажные фольговые	10000	2000	—
Бумажные металлизированные	5000	200—1000	—
Оксидные алюминиевые	—	$0{,}02C_нU_н \div \sqrt[4]{C_нU_н}$	
Оксидные танталовые	—	$(0{,}02C_нU_н+1) \div (0{,}03C_нU_н+1)$	
Оксиднополупроводниковые:			
танталовые	—	$0{,}01C_нU_н \div 0{,}02C_нU_н$	
ниобиевые	—	—	5—50
Вакуумные	10000000	—	—
Полистирольные:			
фольговые	100000	30000	—
металлизированные	15000—10000	5000—30000	—
Комбинированные	20000—50000	800—5000	—
Лакопленочные	600—1500	200—500	—
Поликарбонатные	30000	10000	—

Таблица П5. Коэффициенты, необходимые для определения тока утечки оксидных конденсаторов

Тип конденсатора	k	m	Примечание
КЭ, ЭГЦ:			
<5 мкФ	10^{-4}	0,2	$k=3\cdot10^{-4}$ при $t=+60$°C
8—50 мкФ	10^{-4}	0,1	—
>50 мкФ	10^{-4}	0	—
ЭМ	$2\cdot10^{-4}$	$3\cdot10^{-3}$	—
	$0{,}5\cdot10^{-4}$	$3\cdot10^{-3}$	При $t=+70$°C
ЭТ, ЭТН	$5\cdot10^{-5}$	0	—
К50-3: $\tau_c\leqslant200$	$2\cdot10^{-4}$	$3\cdot10^{-3}$	—
$\tau_c\geqslant200$	10^{-4}	0	—
К50-6	$5\cdot10^{-5}$	$3\cdot10^{-3}$	—
К50-7	$5\cdot10^{-5}$	$3\cdot10^{-2}$	—
К52-1, К52-1А	$2\cdot10^{-6}$	10^{-3}	При $t=+85$°C $I_{ут}$ увеличивается примерно в 3 раза
К53-8	10^{-4}	10^{-2}	—
	10^{-4}	$(4\cdot10^{-2})$	При $t=+85$°C

Таблица П6. Тангенс угла потерь для некоторых типов конденсаторов

Группа	Тип	Максимальная температура, °C	Частота измерения, Гц	Значение tg δ при 20° C	при t_{max}
Керамические высокочастотные	Все типы	85—155	10^6	0,001—0,0015	0,0015—0,0025
Керамические низкочастотные	Все типы	85	10^3	0,01—0,035	0,02—0,07
Стеклоэмалевые	Все типы	85	10^6	0,0015	0,0018
Слюдяные	КСО	70	10^6	0,001—0,002	0,002—0,004
Бумажные	КБГ.	70	$50—10^3$	0,01	—
Металлобумажные	МБГ	70	$50—10^3$	0,015	—
	К42У-6	35	50	0,008	—
Оксидные алюминиевые	ЭМ ($U_н\geqslant150$ В)	60	50	0,1	—
	ЭМ ($U_н<150$ В)	60	50	0,15	—
Оксидные	К52-1А	85	50	0,15	—
Объемиопористые	К52-2А	200	50	0,3	—
Оксиднополупроводниковые	К53-1А	125	50	0,08	—
	К53-4	85	50	0,2	—
	К53-6А	125	50	0,08	—
	К53-7	85	50	0,06	—
Полистирольные	Все типы	60	10^6	0,001	0,0015
Фторопластовые	ФЧ	155	10^3	0,0005	0,001
	К72П-6	200	10^3	0,001	0,0015
Лакопленочные	К76П-1	70	10^3	0,01	0,02
Комбинированные	К75-10	100	50	0,008	0,02
	К75-12	100	10^3	0,01	0,02

Таблица П7. Индуктивности и резонасные частоты некоторых типов конденсаторов

Группа	Тип	Емкость, пФ	Индуктивность, нГн	Резонансная частота, МГц
Керамические $U_н < 1600$ В	КД-1, КД-2а	1—270	1—4	5000—150
	КД-2в	680—6800	1—4	200—30
	К10У-2	1,5—100	0,25—17	1000
	КТ1, КТ-2, КТ-3	1—1000	3—15	3000—40
		1100—33000	3—15	100—20
	КМ-3, КМ-4, КМ-5	22—3600	2—5	800—30
		3900—15000	2—5	60—10
Керамические $U_н \geqslant 1600$ В	КВИ	1,5—4700	1—3	4000—40
	К15У-1	10—4700	1,5—4	1300—25
	К15У-2	47—10000	1,5—4	600—25
Слюдяные	КСО-1, КСО-2	10—180	3—5	1000—250
		200—100	3—5	200—100
	КСО-5, КСОТ, СГМ	1100—5100	3—5	75—40
		5600—10000	3—5	30—15
	КСО-6, КСО-13	10—180	8—15	300—100
		200—1000	8—15	100—50
		1100—5000	8—15	50—25
		5600—20000	8—15	20—10
		22000—50000	8—15	10—6
Бумажные и металлобумажные	КБГ-И	100—1000	3—5	30—100
	БМ, БГМ	1100—5100	3—5	75—30
	КБГ-М, МБГИ	5600—20000	3—5	30—10
	КБГ-МП	$(0{,}25—1) \cdot 10^6$	15—20	2,5—1,0
	КБГ-МН, БГТ	$(2{,}0—5) \cdot 10^6$	20—40	0,7—0,35
	МБГП, МБГО, МБГТ	$(6{,}0—25{,}0) \cdot 10^6$	50—100	0,3—0,1
	МБМ	22000—50000	6—10	15—7
	К40У-9	$(0{,}68—1{,}0) \cdot 10^6$	10—15	2—1,5
Оксидные объемнопористые	ЭТО-1, ЭТО-2	$(1—10) \cdot 10^6$	3—5	3—0,7
		$(10—80) \cdot 10^6$	5—10	0,7—0,2
		$(100—1000) \cdot 10^6$	15—20	0,15—0,035
Оксиднополупроводниковые	ОП	$(0{,}033—1) \cdot 10^6$	5—10	12—1,5
		$(1—10) \cdot 10^6$	3—5	3—0,7
		$(10—80) \cdot 10^6$	5—10	0,7—0,2
		$(100—1000) \cdot 10^6$	15—20	0,15—0,035
Полистирольные	ПМ, ПСО	22000—50000	6—10	15—7
	МПГ, МПО, МПГ-Ц	$(0{,}1—0{,}5) \cdot 10^6$	6—10	5—10
	МПГ, МПГО	$(6{,}0—25{,}0) \cdot 10^6$	50—100	0,3—0,1
Фторопластовые	ФТ	22000—50000	6—10	15—7
Полиэтилентерефталатные	К73П-6	$(0{,}68—1{,}0) \cdot 10^6$	10—15	2—1,5
	К73П-2	$(0{,}25—1) \cdot 10^6$	15—20	2,5—1,0
		$(2{,}0—5) \cdot 10^6$	20—40	0,7—0,35
		$(6{,}0—25{,}0) \cdot 10^6$	50—100	0,3—0,1

Таблица П8. **Низковольтные конденсаторы постоянной емкости с малыми потерями**

Группа конденсатора по виду диэлектрика	Сокращенное обозначение	Емкость, пФ	Рабочее напряжение, В	$\mathrm{tg}\,\delta\times10^4$ при 20° С на (f, Гц)	Рабочая температура, °С	Область применения
Керамические типа I	К10	1—15000	100—1600	10—30 на $f=(0,3—1,5)\times10^6$	—60 ÷ +155 (+85)	Термокомпенсация, емкостная связь, колебательные контуры
Стеклянные	К21	2,2—5600	35—500	20 (35) на $f=(0,3;\ 1)\times10^6$	—60 ÷ +200 (+300)	Колебательные контуры, емкостная связь, блокировка, шунтирующие цепи
Стеклокерамические (кроме группы Н)	К22	9—3900	25—500	20 (35) на $f=(0,3;\ 1,5)\times10^6$	—60 ÷ +155 (+200)	
Стеклоэмалевые	К23	9,1—1000	300; 500	10 (20) на $f=(0,5;\ 1,5)\times10^6$	—60 ÷ +100 (+155)	
Слюдяные	К31	47—200000	100—1600	10—20 на $f=10^6$	—60 ÷ +155 (+500)	Блокировка, шунтирующие и высокочастотные фильтровые цепи, емкостная связь в цепях линии задержки, образцовые емкости
Полистирольные:						
фольговые	К70	1—500000	35 (10)—1600	10—15 на $f=10^6$	—60 ÷ +70 (+85)	Контуры высокой добротности, интегрирующие устройства, точные временные цепи
металлизированные	К71	0,003—2 пФ·мкФ	100—1000	10—15 на $f=10^6$	—60 ÷ +60 (+85)	
Фторопластовые Фольговые	К72	470—1 пФ·мкФ	200—1600	5—10 на $f=10^3$	—60 ÷ +200	В тех же цепях, что и полистирольные, но при повышенных температурах и более жестких требованиях к электрическим параметрам
Металлизированные	К72	0,01—2,2 пФ·мкФ	200—500	15 на $f=10^3$	—60 ÷ +200	

Таблица П9. **Низковольтные конденсаторы постоянной емкости с большими потерями**

Группа конденсаторов по виду диэлектрика	Сокращенное обозначение	Емкость	Рабочее напряжение, В	tg δ×10⁴ при 20° С на f, Гц	Рабочая температура, °С	Область применения
Керамические на основе сегнетокерамики (группа Н)	К10	100 пФ—2,2 мкФ 0,0047, 2,2 мкФ	25—500 (750) 3—100	250—500 на $f=10^3$ 1000 на $f=10^3$	—60 ÷ +200 —60 ÷ +85	Шунтирующие, блокирующие и фильтровые цепи, связь между каскадами на низкой частоте
Стеклокерамические на основе сегнетокерамики (группа Н)	К22	680 пФ—0,015 мкФ	12—250	100 на $f=10^3$	—60 ÷ +100	То же
Бумажные фольговые	К40	470 пФ—10 мкФ	50—1600	100 (150) на $f=50$	—60 ÷ +125	Блокировочные, буферные, шунтирующие, фильтровые, развязывающие цепи, емкостная связь
Металлизированные	К42	0,0047—30 мкФ	50—1600	150 на $f=50$; 10^3	—60 ÷ +100	
Пленочные (ПЭТФ):						
фольговые	К74	1000 пФ—1 мкФ	50—630	80; 100 на $f=50$; 10^3	—60 ÷ +85	В тех же цепях, что и бумажные конденсаторы, но при повышенных требованиях к $R_{из}$ и коэффициенту абсорбции
металлизированные	К73	1000 пФ—15 мкФ	100—1000	100; 150 на $f=50$; 10^3	—60 ÷ +125	
Комбинированные	К75	1000 пФ—22 мкФ	250—1600	80; 100 на $f=10^3$	—60 ÷ +100 (125)	В тех же цепях, что и бумажные конденсаторы, при повышенных требованиях к надежности
Лакопленочные	К76	0,47—22 мкФ	35—250	120—150 на $f=50$	—60 ÷ +85	Применяются в тех же цепях, что бумажные и электролитические конденсаторы
Поликарбонатные	К77	0,001—100 мкФ	63—400	25—30 на $f=50$	—60 ÷ +125	То же

Таблица П10. **Низковольтные конденсаторы постоянной емкости специальные**

Группа конденсаторов по виду диэлектриков	Сокращенное обозначение	Емкость, мкФ	Рабочее напряжение, В	tg δ×10⁴ при 20° C на *f*, Гц	Рабочая температура, °С	Функциональное назначение
			С малыми потерями			
Фторопластовые	К72	0,022—0,047	50—160	50 на $f=10^6$; 10 на $f=10^3$	—60 ÷ +125 (200)	Частотные
		50—5000 пФ	200—500	50 на $f=10^3$	—60 ÷ +60	Дозиметрические
		0,1—1	60—500	5, 10	—60 ÷ +155	Частотные
Керамические	К10	3,3—470 пФ	160—500	12—15 на $f=(0,3; 1,5)\times10^6$	—60 ÷ +125	Проходные и опорные
Слюдяные	К31	0,00015—1	250, 500	5—25 на $f=10^6$	—60 ÷ +70	Измерительные и точные
Полистирольные	К71	0,043	380	10—15	0 ÷ +25	Частотные
			С большими потерями			
Бумажные фольговые	К40	0,022—2,2	50—1600	100 на $f=50$	—60 ÷ +100	Частотные
Металлизированные	К42	2—20	30, 36	150 на $f=50$	—60 ÷ +100	Частотные
		0,05—1	30	150 на $f=50;\ 10^3$	—60 ÷ +70	Для печатных схем
		0,01—33	100—1000	150 на $f=50$	—60 ÷ +125	Частотные
Пленочные фольговые (ПЭТФ)	К73	0,47	200	100 на $f=50;\ 10^3$	—60 ÷ +125	Частотные
		0,001—0,22	50	100 на $f=50;\ 10^3$	—20 ÷ +70	Для печатных схем
Металлизированные	К73	0,05—1	160	150 на $f=50;\ 10^3$	—60 ÷ +125	Для печатных схем
Комбинированные	К75	0,001—2,2	250—1600	100 на $f=10^3$	—60 ÷ +125	Частотные
Керамические на основе сегнетокерамики (группа Н)	К10	470—4700 пФ	100—750	350, 400 на $f=10^3$	—60 ÷ +85 (100)	Проходные и опорные
Оксиднополупроводниковые	К53	4,7—100	6—30	600; 800 на $f=50$	—60 ÷ +125	Для печатных схем

Таблица П11. **Низковольтные оксидные конденсаторы постоянной емкости с большими потерями**

Группа конденсаторов по виду диэлектрика	Сокращенное обозначение	Емкость, мкФ	Рабочее напряжение, В	$\mathrm{tg}\,\delta \times 10^4$ при 20° С на f=50 Гц	Рабочая температура, °С	Область применения
Алюминиевые фольговые	К50	0,5—5000	3—500	1000—3500	—60 ÷ +85	Фильтры в цепях питания, шунтирующие цепи
Танталовые фольговые	К51	1—470	6,3—160	1500—5000	—60 ÷ +100	То же, а также в цепях связи низкой частоты, в цепях развязки
Танталовые объемно-пористые	К52	0,1—100	2—600	500—3000	—60 ÷ +200	То же, преимущественно в транзисторной технике
Оксиднополупроводниковые	К53	0,022—100	2—125	600—3000	—80 ÷ +85(125)	Фильтры в цепях питания, шунтирующие цепи, цепи связи и развязки, преимущественно в транзисторной технике

УКАЗАТЕЛЬ КОНДЕНСАТОРОВ, ПОМЕЩЕННЫХ В СПРАВОЧНИКЕ

Тип	Стр.	Тип	Стр.	Тип	Стр.
Керамические низко-		К21-5		МБМ	
вольтные		К21-7		К42У-2	
К10	24—36	К21-8		К42-4	
КМ-3 — КМ-6		К21-9		К42П-5	
КМК-1 — КМК-3		Стеклокерамические		Оксидноэлектроли-	
КПС-1 — КПС-4		К22	40	тические алюминие-	
КЛС		СКМ-1		вые К50	65
КЛГ-1 — КЛГ-3		СКМ-2		КЭ	
КТ-1 — КТ-4		СКМ-Т — 1,2		ЭГЦ	
КД1, КД-2		К22У-1		К50-3А, К50-3Б	
КДУ		К22-4		К50-6	
КТБ-1 — КТБ-3		Слюдяные К31	43	К50-7	
КТН-1, КТН-2		КСО-1, КСО-2,		К50-9	
КТНБ		КСО-5 — КСО-8		К50-15	
КГК-1 — КГК-5		КСО-10 — КСО-13		К50-16	
КТП-1 — КТП-3		КСГ-1, КСГ-2		К50-18	
КО-1, КО-2		СГМ-1 — СГМ-4		К50-19	
КДО-1, КДО-2		КСОТ-1, КСОТ-2,		К50-20	
К10У-1		КСОТ-5		К50-21	
К10П-4		СГМ3-А, СГМ3-Б		К50-22	
К10-7В		ОСГ-3, ОСГ-4		К50-23	
К10-9		ССГ-1 — ССГ-3		К50-24	
К10-15		СГО-С		К50-27	
К10-17		СГО		Оксидноэлектроли-	
К10-23		К31У-3Е		тические танталовые	
К10-25		К31П-4		К51	67
К10-26		К31П-6		ЭТ	
К10-27		К31-9		ЭТН	
К10-28		К31-10		Объемнопористые	69
К10-29		К31-11		К52	
К10-34		Бумажные фольго-		ЭТО	
К10-36		вые низковольтные		К52-1	
К10-40		К40	51	К52-2	
К10-42		КБГ		К52-5	
К10-43		БГТ		Оксиднополупровод-	
К10-45		БМ-2		никовые К53	70
К10-47		БМТ-2		К53-1, К53-1А	
К10-48		БМТ		К53-4	
К10-50		КБП-Р, КБП-Ф		К53-6А	
К10-51		КБП-С		К53-7	
К10-52		К3		К53-14	
Керамические высо-		К40П-1		К53-15; К53-15А	
ковольтные		К40П-2		К53-16	
К15	24—36	К40У-5		К53-18	
КВДС		К40У-9		К53-25	
КВИ-1 — КВИ-4		Бумажные фольго-		К53-27	
КОБ-1, КОБ-2		вые высоковольтные		К53-28	
К15-4		К41	52	К53-29	
К15-5		К41-1		Пленочные полисти-	
К15-12		Бумажные металли-		рольные К70, К71	
К15-13		зированные К42	52	ПМ-1, ПМ-2	
Стеклянные К21	38	МБГ		ОППТ	
КС-1 — КС-4		МБГО		ПОВ	
ДС		МБГТ		К70-3	
К21У-1		МБГЧ		К70-4	

Тип	Стр.	Тип	Стр.	Тип	Стр.
К70-6		К73-24		КТ2-17 — КТ2-23	
К70-7		К74-5		Подстроечные с	
К70-8		К74-6		твердым диэлек-	
МПО		К74-7		триком КТ4	73
МПГО		Комбинированные		КПК-1 — КПК-5	
МПГП		К75	58	КПК-МН	
МПГЦ		ПКГИ		КПК-МП	
К71-4		ПКГТ		ММКТ	
К71-5		К75П-4		КПК-МТ	
К71-8		К75-10		КВК-2, КВК-3	
Пленочные фторо-		К75-12		КПК-Т	
пластовые К72	55	К75-15		КТ4-1	
ФТ		К75-24		КТ4-1Т	
К72П-6		Лакопленочные К76	60	КТ4-2	
К72-9		К76П-1		КТ4-12Т	
Пленочные полиэти-		К76-3		КТ4-13Т	
лентерефталатные		К76-4		КТ4-20	
К73, К74	56	К76-5		КТ4-21	
ПМГП		Пленочные поликар-		КТ4-22	
КМПМ		бонатные К77	61	КТ4-23	
К73П-2		К77-1		КТ4-24	
К73П-3		К77-2		КТ4-25	
К73П-4		К77-3		КТ4-27	
К73-5		К77-4		Вариконды КН1	75
К73-6		К77-5		ВК2-1 — ВК2-4	
К73-8		К77-6		ВК2-3Ш	
К73-9		Полипропиленовые		ВК2-Б	
К73-11		К78	62	ВК2-БШ	
К73-12		К78-1		ВК4-1 — ВК4-4	
К73-13		К78-2		ВК4-Б	
К73-14		К78-3		КН1-5	
К73-15		Подстроечные воз-		КН1-6	
К73-16		душные КТ2	73	Термоконденсаторы	76
К73-18		КПВ		КН2	
К73-22		КПВМ		КН2-2	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **В. Т. Ренне.** Электрические конденсаторы — Л.: Энергия, 1969. — 592 с.
2. **Л. Н. Закгейм.** Электролитические конденсаторы. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1963. — 284 с.
3. **В. Т. Ренне.** Пленочные конденсаторы с органическим синтетическим диэлектриком. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1963. — 203 с.
4. **В. Д. Пономаренко и др.** Стеклоэмалевые и стеклокерамические конденсаторы. — М.: Энергия, 1972. — 160 с.
5. **Г. А. Горячева.** Детали и узлы аппаратуры связи. — М.: Связь, 1973. — 152 с.
6. **С. Х. Азарх.** Конденсаторы переменной емкости. — М.: Энергия, 1965. — 328 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
Классификация и условное обозначение конденсаторов 4
Обозначения конденсаторов в электрических схемах 5
Устройство, принцип действия и основные параметры конденсаторов . . 6
Устройство и принцип действия 6
Основные параметры 7
Внешние факторы, влияющие на параметры конденсаторов 15
Выбор и применение конденсаторов 17
Конденсаторы с неорганическим диэлектриком 21
Керамические конденсаторы (К10, К15) 21
Стеклянные и стеклокерамические конденсаторы (К21, К22) . . . 23
Слюдяные конденсаторы (К31) 37
Конденсаторы с органическим диэлектриком 48
Общие сведения 48
Бумажные (К40, К41) и металлобумажные (К42) конденсаторы . . 49
Пленочные полистирольные конденсаторы (К70, К71) 50
Пленочные фторопластовые конденсаторы (К72) 54
Пленочные полиэтилентерефталатные конденсаторы (К73, К74) . . . 55
Комбинированные конденсаторы (К75) 59
Лакопленочные конденсаторы (К76) 59
Пленочные поликарбонатные конденсаторы (К77) 60
Пленочные полипропиленовые конденсаторы (К78) 61
Конденсаторы с оксидным диэлектриком 62
Общие сведения 62
Оксидно-электролитические алюминиевые (К50) и танталовые (К51) конденсаторы 64
Объемнопористые конденсаторы (К52) 68
Оксиднополупроводниковые конденсаторы (К53) 68
Подстроечные конденсаторы (КТ4) 71
Нелинейные конденсаторы 74
Общие сведения 74
Вариконды (ВК, КН1) 74
Термоконденсаторы (КН2) 76
Конденсаторные сборки (КС) 76
Приложения. Справочные данные 78
Указатель конденсаторов, помещенных в справочнике 87
Список литературы 88